



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“MONITOREO Y CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES APLICADO EN
EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO
MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE *LABVIEW*”.**

**JOSÉ VICENCIO BAUTISTA SÁNCHEZ
JOSÉ LUIS ZAVALA QUISHPILEMA**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Mayo, 22 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:


JOSÉ LUIS ZAVALA QUISHPILEMA

Titulada:

“MONITOREO Y CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES APLICADO EN EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE LABVIEW”.

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO



Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:



Ing. Pablo Montalvo
DIRECTOR DE TESIS



Ing. César Astudillo
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Mayo, 22 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:


JOSÉ VICENCIO BAUTISTA SÁNCHEZ

Titulada:

“MONITOREO Y CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES APLICADO EN EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE LABVIEW”.

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO



Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:



Ing. Pablo Montalvo
DIRECTOR DE TESIS



Ing. César Astudillo
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JOSÉ LUIS ZAVALA QUISHPILEMA

TÍTULO DE LA TESIS: “MONITOREO Y CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES APLICADO EN EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE LABVIEW”.

Fecha de Examinación: 22 de mayo del 2013.


RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Pablo Montalvo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. César Astudillo (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.


f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica



CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JOSÉ VICENCIO BAUTISTA SÁNCHEZ

TÍTULO DE LA TESIS: “MONITOREO Y CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES APLICADO EN EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE LABVIEW”.

Fecha de Examinación: 22 de mayo del 2013.


RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Pablo Montalvo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. César Astudillo (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

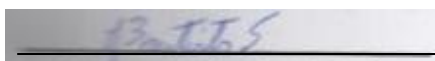
RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.


f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que se presenta, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



José Vicencio Bautista Sánchez



José Luis Zavala Quishpilema

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Sonia Sánchez, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mis hermanos, Cristian Fuentes, Jimmy Bautista y Darwin Fuentes, por estar conmigo y apoyarme siempre, son un gran apoyo los quiero mucho.

Mi padre José Bautista, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.

Todos mis amigos, Nidia, Rolando, Sergio, Mayra, Mireya, José Luis, Delany, por compartir los buenos y malos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

José Vicencio Bautista Sánchez

A:

Dios por haberme dado la existencia y la fuerza suficiente para alcanzar esta meta impuesta en mi vida.

Mi madre Fani por ser el sustento de mi vida además de ser la persona más importante por la cual he luchado día a día por ser alguien mejor como ella me ha enseñado.

Mi abuelita Paula por haberme enseñado valores y principios además de darme su amor incondicional.

Mi papi Feliciano por estar en los buenos y malos momentos que pase en mi niñez además de ser un ejemplo a seguir.

Mi novia Lore por apoyarme en los momentos más difíciles de mi carrera, ya que sin su apoyo probablemente hubiese renunciado en el intento.

Mis hermanos Marcela, Lenin y Wladimir que me han soportado tanto tiempo pero siempre están ahí en las buenas y en las malas gracias enanos.

Mis tíos Victoria y Segundo por los alientos en cada momento de dificultad además de siempre velar por mí desde que era un niño.

Mi compañero de tesis José Vicencio que ha sido un gran apoyo para la ejecución de este proyecto.

Mis familiares, amigos, personal docente y administrativo que han confiado en mí y a todas las personas que omita gracias muchas gracias por el apoyo brindado.

José Luis Zavala Quishpilema

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

José Vicencio Bautista Sánchez

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

También quiero brindar un agradecimiento especial para todas las personas que desinteresadamente han colaborado con el desarrollo de este proyecto, ya que de una u otra manera han sido parte vital de nuestro desarrollo, gracias a ellos hemos podido culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

José Luis Zavala Quishpilema

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Concepto de edificio inteligente.....	3
2.1.1 Introducción.....	3
2.1.2 Concepto de edificio inteligente.....	3
2.2 Componentes de un edificio inteligente.....	4
2.2.1 Aspecto funcional.....	4
2.2.2 Aspecto estructural.....	4
2.2.3 Elementos componentes de un edificio inteligente.....	5
2.3 Normatividad.....	6
2.4 Posibilidades y limitaciones de las tecnologías disponibles en el mercado para la implementación de edificios inteligentes.....	11
2.4.1 Nuevas posibilidades.....	11
2.4.2 Limitaciones de un sistema domótico en el edificio.....	12
2.5 Introducción a LABVIEW.....	14
2.5.1 Programación gráfica.....	15
2.5.2 Sistemas de medida.....	15
2.5.3 Campos de aplicación de un instrumento virtual.....	16
2.6 Servidores OPC.....	16
2.6.1 Introducción.	16
2.6.2 Tipos de servidores OPC.	17

2.6.3	Propósito de los servidores OPC.	18
2.6.4	Ventajas de los servidores OPC.	18
2.6.5	Situación con la integración del servidor OPC.....	19
2.6.6	Aplicación del OPC.....	19
2.7	Etiquetas del sistema (TAGS)	20
2.7.1	Tags como parámetros de control.	21
2.7.2	Ventajas y desventajas de las Tags.....	21
2.8	Modbus.....	22
2.8.1	Introducción.....	22
2.8.2	Principales características.	23
2.8.3	Formato general de tramas.....	23
2.8.4	Ventajas del protocolo MODBUS/TCP.....	24
2.9	Programación en el software LABVIEW.....	24
2.9.1	Panel frontal y diagrama de bloques.....	24
2.9.2	Menús de LabVIEW.....	25
2.9.3	Herramientas.	26
2.9.4	Creación de objetos.....	27
2.9.5	Ventana de ayuda.....	27
2.9.6	Tipos de datos en LabVIEW.....	28
2.9.7	Programación estructurada.....	29
2.9.7.1	Estructura For Loop.....	29
2.9.7.2	Estructura While Loop.....	30
2.9.7.3	Estructura Case.....	31
2.9.7.4	Estructura Sequence.....	31
2.9.8	Generadores de reportes.....	32
2.10	Costo-Beneficio.....	34
2.10.1	Concepto de costo-beneficio.	34
2.10.2	Concepto de costo beneficio social.....	34

3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL PREVIO A LA IMPLANTACIÓN DEL MONITOREO Y CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES APLICADO AL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.....	35
3.1	Análisis de los planos arquitectónicos del edificio.....	35
3.1.1	Recolección y análisis de los planos existentes	35
3.2	Estado físico en que se encontró al edificio.....	35
3.2.1	Introducción.	35
3.2.2	Análisis de la seguridad del edificio de Ingeniería de Mantenimiento.....	37
3.2.3	Análisis de accesibilidad al edificio de Ingeniería de Mantenimiento.....	37
3.2.4	Análisis de los requerimientos estructurales y la funcionalidad de los edificios.....	38
3.3	Nivel de inteligencia actual del edificio de Mantenimiento.....	40
3.4	Análisis de riesgos en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.....	40
4.	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE LABVIEW EN EDIFICIOS INTELIGENTES EN LA FACULTAD DE MECÁNICA.....	42
4.1	Presentación de un prototipo del edificio.....	42
4.2	Análisis y especificaciones relacionados al software LabVIEW.....	43
4.2.1	Análisis del porqué el uso del software LabVIEW.....	43
4.2.2	Especificaciones del software LabVIEW.....	44
4.3	Lista de los equipos necesarios para la implementación.....	45
4.4	Aplicación con el software LabVIEW.....	46
4.4.1	Desarrollo de los paneles frontales y diagramas de bloques.....	46
4.4.1.1	Panel inicial.....	46
4.4.1.2	Diagrama de bloques.....	49
4.4.1.3	Panel de ÍTEMS.....	51
4.4.1.4	Panel plano general.	53
4.4.1.5	Panel cámaras de vigilancia.	58

4.4.1.6	Panel alarma y detectores de humo.	72
4.4.1.7	Panel de la puerta de acceso y Wi-Fi.....	73
4.5	Implementación.....	75
4.5.1	Implementación de las cámaras de vigilancia.	75
4.5.2	Implementación alarma de seguridad y detectores de humo.....	82
4.5.3	Implementación puerta de acceso.....	88
4.5.4	Implementación del Wi-Fi.....	89
4.5.4.1	Características principales del ACCESS POINT TP-LINK TL-WA901ND.	89
4.5.5	Implementación de los elementos de seguridad.	95
4.6	Pruebas y simulaciones.....	102
4.6.1	Pruebas en la alarma y detectores de humo.....	102
4.6.2	Pruebas en las cámaras.....	102
4.6.3	Pruebas en adquisición de datos.	102
4.6.4	Simulación de robo.	103
4.6.5	Simulación de detección de humo.....	104
4.7	Relación costo- beneficio social del proyecto.....	105
4.8	Costos de la implementación en edificio inteligente.....	106
4.9	Propuesta comercial de la implementación del monitoreo y control en edificios.....	108
4.10	Análisis de resultados e impactos.....	109
4.10.1	Resultados de la implementación.....	109
4.10.2	Impactos generados en los usuarios del edificio de Mantenimiento.....	109
4.11	Mantenimiento de los equipos instalados.....	109
4.11.1	Designación de máscaras de tratamiento..	109
4.11.2	Check list.....	110
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
5.1	Conclusiones.....	114
5.2	Recomendaciones.	115

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Logo LabVIEW versión 2012.....	14
2	VI generador de reportes en formato xls.....	15
3	Ejemplo de configuración OPC Cliente I/O Server.....	17
4	Problema sin tecnología OPC.....	18
5	Solución con tecnología OPC.....	18
6	Integración mediante un mismo OPC.....	19
7	Aplicaciones del OPC.....	19
8	Etiquetas del sistema TAGS.....	20
9	Configuración Modbus I/O Server.....	23
10	Formato general de tramas.....	23
11	Panel frontal.....	24
12	Diagrama de bloques.....	25
13	Menú de LabVIEW.....	25
14	Herramientas de LabVIEW.....	26
15	Creación de objetos.....	27
16	Ventana de ayuda.....	28
17	Estructura While Loop.....	30
18	Estructura Case.....	31
19	Estructura Sequence.....	32
20	Generador de reportes.....	32
21	Generador de reportes.....	33
22	Generador de reportes en Excel tipo General.....	33
23	Generador de reportes en Excel tipo Advanced.....	33
24	Deterioro de paredes en el salón azul.....	36
25	Deterioro de paredes exteriores.....	36
26	Deterioro de paredes y pisos en laboratorios de Termodinámica Aplicada...	36
27	Acceso frontal al edificio.....	38
28	Acceso lateral al edificio.....	38
29	Edificio de Mantenimiento vista posterior.....	39
30	Acceso al Laboratorio de Electrotecnia.....	39
31	Acceso frontal al edificio.....	40
32	Edificio de Ingeniería de Mantenimiento visualizado en AE.....	42
33	Planta baja del edificio de Ingeniería de Mantenimiento.....	42
34	Planta alta del edificio de Ingeniería de Mantenimiento	43
35	Panel inicial del programa BZ2013.....	46
36	Combo Box de selección de usuario del programa BZ2013.....	47
37	Ingreso de contraseña en el programa BZ2013.....	47

38	Validación Usuario y contraseña en el programa BZ2013	47
39	Reporte que genera el programa BZ2013	48
40	Reporte que genera el programa BZ2013	48
41	Reporte que genera el programa BZ2013	48
42	Diagrama de bloques de la programación del BZ2013	49
43	Diagrama de bloques de la programación que rota el texto	50
44	Diagrama de bloques de la programación del subVI reportes	50
45	Panel frontal de la consola de monitoreo y control	51
46	Diagrama de bloques de la consola de monitoreo y control	52
47	Formato de tramas Padre-Hijo	52
48	Formato de tramas Padre-Hijo y su interrelación	53
49	Botón plano general	53
50	Panel plano general	54
51	Panel plano general con el cuadro de dialogo previa a la visualización	54
52	Panel plano general con el cuadro de dialogo previa a la visualización	55
53	Panel plano general con la visualización de las 16 cámaras	55
54	Panel plano general con la visualización de las cámaras y sus menús	56
55	Panel plano general con la visualización de las 6 cámaras	56
56	Panel plano general con la visualización de las 6 cámaras sin menús	57
57	Diagrama de bloques del plano general	57
58	Botón cámaras	58
59	Panel cámaras	58
60	Panel cámaras con el cuadro de dialogo de usuario y contraseña	59
61	Panel cámaras con el cuadro de dialogo previa a la visualización	59
62	Panel cámaras con la visualización de las 16 canales	60
63	Panel cámaras y sus menús	60
64	Panel cámaras con la visualización de las 6 cámaras	61
65	Panel cámaras con la visualización de las 6 cámaras sin menús	61
66	Panel cámaras con los menús	62
67	Menú Preview Options	62
68	Menú Record Options	63
69	Menú Basic Setup	63
70	Menú Record Replay	64
71	Menú Alarm Upload	64
72	Menú Detection Area	65
73	Menú Schedule	65
74	Menú Schedule	66
75	Menú PTZ	66
76	Menú Network	67
77	Menú Network	67
78	Menú Others	68

79	Menú Color Scheme.....	69
80	Menú TV out.....	69
81	Panel cámaras con la visualización del cuadro de dialogo de cerrar el programa.....	70
82	Panel cámaras con el cuadro de dialogo de usuario y contraseña.....	70
83	Diagrama de bloques del panel CÁMARAS.....	71
84	Diagrama de bloques del Interfaz XP.....	71
85	Botón detectores de humo y alarma.....	72
86	Panel detectores de humo.....	72
87	Diagrama de bloques del panel detectores de humo.....	73
88	Botón puertas de acceso.....	74
89	Panel Puerta de acceso y zona Wi-Fi.....	74
90	Diagrama de bloques del panel Puerta de acceso y zona Wi-Fi.....	75
91	Cámara tipo domo.....	76
92	Cámara tipo domo antivandálica.	77
93	Cámara tipo telescopio.....	77
94	Colocación de las canaletas.....	78
95	Colocación del interruptor de encendido/apagado manual.....	79
96	Posición final de la cámara del laboratorio de Cómputo.....	79
97	Posición final de la cámara de la dirección de escuela.....	79
98	Posición final de la cámara de la secretaría.....	80
99	Posición final de la cámara del hall de acceso	80
100	Posición final de la cámara del salón azul.....	80
101	Posición final de la cámara del lab. De M.I.I.....	81
102	Balun de video.....	81
103	Tarjeta DVR de video.....	81
104	Alarma DSC 585.....	82
105	Zonas donde estarán ubicados los PIR.....	83
106	Zonas donde estarán ubicados los PIR.....	83
107	Ubicación el teclado de activación y desactivación de la alarma.....	85
108	Detector de humo en la dirección de escuela.....	85
109	Detector de humo en la secretaría.....	86
110	Detector de humo en el laboratorio de Cómputo.....	87
111	Detector de humo en la dirección de escuela.....	87
112	Detector de humo en el hall de acceso principal.....	87
113	Detector de humo en el salón azul.....	88
114	Nueva presentación de la puerta de acceso.....	89
115	Protocolo de Internet versión (TCP/IPv4).....	90
116	Botón resetear de Access point.....	90
117	Máscara de acceso.....	91
118	Usuario y contraseña del Access point en la configuración.....	91

119	Ventana del menú del Access point y la ayuda.....	91
120	Cambio de la IP en la opción Network.....	92
121	Cambio de la SSID y save (guardar).....	92
122	Rango de direcciones dinámicas.....	93
123	Estado del dispositivo después de los cambios.....	93
124	Reinicio con el Reboot.....	94
125	Configuración completada satisfactoriamente.....	94
126	Acceso a la red.....	95
127	Estado de la señal de la red.....	95
128	Señalética indicadora del punto de encuentro en caso de emergencia y la salida.....	96
129	Señalética indicadora de la dirección de evacuación y/o salida.....	96
130	Señalética de prohibido fumar y la de extintor en el nivel superior de edificio.....	96
131	Señalética indicadora de la salida y los números de emergencia.....	97
132	Señalética de prohibido fumar y la de extintor en el nivel inferior de edificio.....	97
133	Extintor de P.Q.S. en el nivel superior del edificio.....	98
134	Extintor de P.Q.S. en el nivel inferior del edificio.....	98
135	Lámpara de emergencia Dirección de Escuela de Mantenimiento.....	99
136	Lámpara de emergencia Secretaría de Escuela de Mantenimiento.....	99
137	Lámpara de emergencia corredor del nivel superior.....	100
138	Lámpara de emergencia hall y escaleras del nivel inferior.....	100
139	Pasamanos del nivel inferior.....	101
140	Pasamano del nivel superior.....	101
141	Rampas de acceso principal y lateral.....	101
142	Tarjeta prototipo y tarjeta final.....	102
143	Panel frontal con la alarma armada.....	103
144	Panel frontal con la alarma activada por detección de personal no deseado..	103
145	Panel frontal con los detectores activados.....	104
146	Panel frontal con los detectores activados y la alarma contraincendios.....	104

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Requisitos para la instalación de LabVIEW	44
2 Lista de requerimientos para la implementación.....	45
3 Comparación de costos.....	106
4 Costos directos.....	107
5 Costos de materiales para la instalación.....	107
6 Resumen del rol de pagos.....	108
7 Costos indirectos.....	108
8 Costos totales.....	108
9 Modelo check list mensual.....	110
10 Modelo check list trimestral.....	111
11 Modelo check semestral.....	112
12 Modelo check list anual.....	113

LISTA DE ABREVIACIONES

NTI	Nuevas Tecnologías Informáticas
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)
LABVIEW	Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench
PDA	Personal Digital Assistant (asistente digital personal)
PC	Personal Computer (ordenador personal)
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
MATLAB	Matrix laboratory, (laboratorio de matrices)
DAQ	Data Acquisition Adquisición de Datos o Adquisición de Señales
DSP	Procesamiento Digital de Señales
VI	Visual instrument
GUI	Graphic User Interface o Interfaz Gráfica de Usuario
OPC	Process control
OLE	Object Linking and Embedding, sistema de distribución de objetos y protocolo desarrollado por Microsoft.
OSI	Open System Interconnection
PLC	Controlador Lógico Programable
HMI	Human Machine Interface o Interfaz de usuario
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
TCP	Transmission Control Protocol o Protocolo de control de transmisión
IP	Internet Protocol o Protocolo de Internet
WDS	Wireless Distribution System o un sistema de distribución inalámbrico
SSID	Service Set Identifier
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol o Protocolo de Configuración Dinámica de Host

LISTA DE ANEXOS

A	Plano de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento
B	NTE INEN 2243:10
C	NTE INEN 2245:00
D	NTE INEN 2244:00
E	NTE INEN 2247:00
F	Manual alarma DSC 585
G	Principio del Puerto paralelo
H	Rol de pagos
I	Cuadro de depreciaciones

RESUMEN

Se ha realizado el Monitoreo y Control de Edificios Inteligentes Aplicado en el Edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento Mediante el Uso del Software Labview, con la finalidad de mejorar su nivel de seguridad, accesibilidad , ahorro energético, confort, monitoreo y vigilancia, se realizó un diagnóstico de la situación inicial y se buscó alternativas para su mejoramiento.

Es de vital importancia conocer sobre la normativa que rige a las edificaciones en el Ecuador, por esta razón se presenta un resumen de las normas asociadas a las necesidades para el desarrollo, planificación e implantación de nuevas tecnologías y mediante el método investigativo, recolectamos datos para la fundamentación teórica necesaria para la implementación, se evaluó las características de los componentes y ver si cumplían con los requerimientos que actualmente tiene el edificio.

Para el desarrollo del software BZ2013 se averiguo en foros internacionales para facilitar la programación en *LabVIEW*, en cuanto a la vinculación de las señales provenientes de los actuadores y emisores de señal, se consideró la mejor alternativa en cuanto a usabilidad y costes, se elaboró una tarjeta electrónica de adquisición de señales que se vincula con el puerto paralelo de la computadora.

El resultado de la ejecución de este trabajo genera logros positivos a nivel institucional y social, mejora la presentación del edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, es el pionero en elevar su grado de inteligencia al asociar seguridad, ahorro energético, accesibilidad , monitoreo y control a un centro de apoyo logístico.

ABSTRACT

It was carried out Monitoring and Control of Intelligent Building, which was applied in the Building Maintenance Engineering School by using Labview Software, in order to improve its safety, accessibility, energy saving, comfort, monitoring and surveillance, it was conducted an analysis of the initial situation and sought alternatives for improvement.

It is important to know about the rules governing the building in Ecuador, for this reason, it is presented a summary of the rules associated with development needs, planning and implementation of new technologies, and the research method, collect data for the theoretical foundation necessary for implementation, the characteristics of the components was evaluated and to determine if they met the requirements that currently has the building.

For software BZ2013 development was found in international forums to facilitate programming in LabVIEW, regarding the linking the signals from the actuators and signal transmitters, it was considered the best alternative in terms of usability and costs, it was developed an electronic card of signal acquisition that is linked to the computer's parallel port.

The result of the execution of this work generates positive achievements to institutional and social level, it improves the presentation of the Building from the Maintenance Engineering School, it is the pioneer in raising its level of intelligence by associating security, energy savings, accessibility, monitoring and control to a logistics center.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ha venido evolucionando con el transcurrir de los años tanto así que en los 41 años de vida institucional se han creado 7 Facultades, 42 escuelas y entre ellas la escuela de Ingeniería de Mantenimiento que fue construida en el año de 1994, desde entonces el edificio no ha tenido cambios significativos en su infraestructura, en este modularse encuentra la dirección y secretaria de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento en el segundo nivel del modular el resto son laboratorios.

Desde entonces el edificio ha tenido inconvenientes por el diseño de las oficinas, accesibilidad, seguridad, confort, control, monitoreo, tipo de cableado eléctrico, detección de incendios entre otros, por lo tanto se ha visto la necesidad de implementar ciertos cambios con el objetivo final de dar confort a ciertas áreas del edificio.

1.2 Justificación

La evolución tecnológica de diferentes disciplinas, como la microelectrónica, las telecomunicaciones, la informática, la arquitectura y la automática, ha posibilitado una interacción de las mismas que ha desembocado en el concepto de edificio inteligente. [1]

Mediante el presente proyecto se tiene como finalidad el monitoreo y control de edificios inteligentes aplicado en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento mediante el uso del software *LABVIEW*".

Actualmente los modulares de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento no disponen de tecnología adecuada al nivel académico, técnico e institucional, para lo cual es necesario incorporar elementos o sistemas basados en las nuevas tecnologías de la información (NTI), para lo cual se utilizara sistema de monitoreo SCADA *LabVIEW* en vista de que se puede

monitorear de mejor manera procesos y sistemas de control ya que trabaja mediante la adquisición de datos.

El uso de las NTI en los edificios genera nuevas aplicaciones y tendencias basadas en la capacidad de proceso de información, integración y comunicación entre los equipos e instalaciones. Así concebida, un edificio inteligente puede ofrecer una amplia gama de aplicaciones en áreas tales como:

- Monitoreo del tipo de educación recibida en las aulas.
- Control de la seguridad interna (antirrobo).
- Teletrabajo.
- Monitorización del ambiente interno.
- Monitoreo del confort.
- Monitoreo de las instalaciones, etc. [2]

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Monitorear y controlar edificios inteligentes, aplicando en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento mediante el uso del software *LABVIEW*.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la normativa que rige las aplicaciones en edificios inteligentes.

Analizar y determinar las tecnologías disponibles para la implementación en edificios inteligentes.

Diseñar el sistema de monitoreo y control mediante el software *LABVIEW* en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Instalar los elementos físicos que ayudarán al monitoreo y control.

Indicar los beneficios obtenidos tras la implementación del sistema de monitoreo y control en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto de edificio inteligente

2.1.1 Introducción. En solo 50 años, las computadoras han pasado de ser máquinas que ocupaban cuartos enteros para su funcionamiento, a llegar a ocupar tan sólo un lugar en un escritorio o, más aún, a ser parte de un portafolio ejecutivo. Es inevitable no ver el increíble adelanto de las computadoras, tanto en las oficinas, en los negocios y en el hogar, cada día es más impresionante ver las facilidades que ofrecen y el minúsculo trabajo que hay que realizar para obtener grandes beneficios.

Y qué decir de los nuevos edificios que están surgiendo con los nuevos adelantos de la tecnología moderna, esta tendencia se marcará más aún en el futuro. Ante esta situación, la gran necesidad de ahorrar energía en nuestros días; la importancia de contar con una comunicación efectiva, clara y rápida; la seguridad, comodidad y confort de las personas; la modularidad de los espacios y equipos, y la posibilidad de dar un mayor ciclo de vida a un edificio, han dado lugar al concepto de “Edificios inteligentes”, término muy novedoso y desconocido para muchos profesionales de la construcción. [3]

2.1.2 Concepto de Edificio Inteligente. Es muy difícil dar con exactitud una definición sobre un edificio inteligente, por lo que citaremos diferentes conceptos:

a) Un edificio es inteligente cuando las capacidades necesarias para lograr que el costo de un ciclo de vida sea el óptimo en ocupación e incremento de la productividad, sean inherentes en el diseño y administración del edificio. [4]

b) Se considera como edificio inteligente aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia a favor de los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación, extender su ciclo de vida y garantizar una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort. [5]

c) Un edificio inteligente es aquel que proporcione un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios, y administración, con las interrelaciones entre ellos. Los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores, y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costos, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización. [6]

Punto de vista personal:

Un edificio inteligente gira en torno a los principios de diseño interdisciplinario, flexibilidad, integración de servicios, administración eficiente y mantenimiento preventivo. A partir de ello se puede definir como aquella edificación que desde su diseño hasta la ocupación por el usuario final, centra su objetivo en el ahorro de energía y recursos.

El diseño de las instalaciones debe incorporar flexibilidad, característica que permite integrar en la edificación las tecnologías que se desarrollen a futuro, así como la modificación de su distribución física. Tales inmuebles también se caracterizan por la seguridad y la operación realizada mediante un estricto control y acciones de mantenimiento preventivo. En la actualidad, el concepto de edificio inteligente ha traspasado fronteras y ha llegado a otro tipo de construcciones nuevas o remodelaciones, distintas de las tradicionales oficinas corporativas, como son hospitales, hoteles, bancos, museos, estacionamientos y casas inteligentes, entre otras.

2.2 Componentes de un edificio inteligente

Los componentes de un edificio inteligente son considerados según las necesidades que desempeñe el edificio, así como también el espacio necesario que tomara el mismo. Es por esto que los edificios se pueden ser caracterizados de forma funcional y estructural. [7]

2.2.1 Aspecto funcional. Esto es la consideración de la estructura, además de los servicios y sistemas implementados para el confort del usuario, y finalmente el proceso administrativo del mismo.

2.2.2 Aspecto estructural. Se refiere a la implementación de nuevos servicios para el usuario según las necesidades del mismo, además se pueden presentar cinco áreas de implementación:

- Área de automatización del edificio: al proporcionar una automatización a la edificación, entonces se aumentara la eficiencia y se disminuirán los costos.
- Área de automatización de la actividad: teniendo en cuenta el sector o función de la edificación que se desea mejorar, entonces se realizara una automatización, la cual servirá para aumentar la eficiencia del mismo.
- Área de telecomunicaciones: implementar telecomunicaciones en un edificio es un proceso que debe ser estructurado, teniendo en cuenta las necesidades de implementación que esto implica, ya que esto brindara servicios basados básicamente en procesos de telecomunicación.
- Área de planificación ambiental: se refiere básicamente a crear un lugar donde el usuario se sienta a gusto para desempeñar sus funciones.
- Servicios compartidos: se debe tener en cuenta que los recursos proporcionados deben ser usados de forma correcta, ya que si es posible el compartir los implementos del edificio, el resultado será una disminución de costos y mayor eficiencia en el mismo.

2.2.3 Elementos componentes de un edificio inteligente. [8] En esquema podríamos decir que un sistema domótico en un edificio inteligente se compone de los siguientes elementos:

- Emisores: son los dispositivos que emiten la orden de actuar. Pueden ser automáticos (por regulación horaria, de nivel, etc.), sensores (temperatura, luz, gas, etc.) o por la acción de la persona, bien sea directamente o a través de un dispositivo externo (mando a distancia, ordenador, teléfono móvil, etc.).
- Receptores/Actuadores: reciben la orden y actúan en consecuencia. La práctica totalidad de los elementos precisan de la energía eléctrica para que la actuación se lleve a cabo, bien sea para desencadenar, mantener o realizar el proceso. Por tanto, la automatización de funciones requiere ampliar la instalación eléctrica.
- Medio: por el que circula la orden del emisor al actuador. Puede ser a través de un cableado específico para datos, utilizando el propio cableado eléctrico o también a través de

un sistema inalámbrico (infrarrojos, ultrasonidos, ondas FM, etc.). El cableado específico se utiliza principalmente en instalaciones nuevas centralizadas y tiene gran capacidad, fiabilidad, rapidez y seguridad, pero exige una obra importante.

La utilización del cableado eléctrico reduce prestaciones, aumenta el riesgo de interferencias, aunque evita la doble instalación. Los sistemas inalámbricos tienen una gran versatilidad y no requieren de obras, pero la no compatibilidad de lenguajes y protocolos, las diferencias de prestaciones y alcance entre sistemas y los problemas de seguridad por intrusión, limitan su universalización; sin duda sus potencialidades son enormes y su implantación va en aumento.

- **Lenguaje/Protocolo:** este transmite la orden lanzada por el emisor para que pueda ser comprendida por el receptor y para que todos los elementos de un sistema complejo puedan entenderse entre sí.
- **Controladores:** que permiten controlar, regir y actuar sobre un sistema complejo; Por ejemplo, el ordenador con su software (tanto el de control interno del sistema, como el de diálogo con el usuario), PDA, Tablet PC, teléfonos móviles, mandos a distancia específicos, PC, etc.

2.3 Normatividad

Como es conocido Ecuador posee normas propias establecidas por Instituto Ecuatoriano de Normalización que va relacionada con diversos códigos, guías de prácticas y distintos ámbitos de trabajo, seguridad, construcciones, etc., Pero hoy en día en el país aún no se han podido establecer ni desarrollar normativas propias para la construcción de edificios inteligentes, por lo que se ha realizado un estudio de las normas INEN existentes y según este estudio se realizado un resumen delas normas que se asocian al desarrollo de edificios por lo que se puede decir es que la siguiente selección presentada a continuación son parte básica y fundamental para la adecuación, construcción y mejoramiento de edificios inteligentes según los requerimientos actuales presentados en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Para la selección de normas se consideró los siguientes aspectos:

- Seguridad
- Construcción
- Confort
- Iluminación
- Accesibilidad
- Control energético

A continuación se pone a consideración las siguientes normas necesarias para edificios:

- NTE INEN 2244:00 Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Agarraderas, bordillos y pasamanos * 6
- NTE INEN 2247:00 Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Corredores y pasillos. Características generales * 6
- NTE INEN 2249:00 Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Escaleras * 6
- NTE INEN 2245:00 Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Rampas fijas * 6
- NTE INEN 2239:00 Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización * 6
- NTE INEN 2243:10 1R Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Vías de circulación peatonal
- GPE INEN-ISO/IEC 51:2004 1R Aspectos de seguridad. Instrucciones para su inclusión en las normas
- CPE INEN 002: 87 Código de práctica para dibujo de arquitectura y construcción
- CPE INEN 005 parte 3:84 Código ecuatoriano de la construcción. Administración, control y zonificación
- CPE INEN 005 parte 8:86 Código Ecuatoriano de la construcción. Protección contra incendios (parte I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII)
- CPE INEN 005 parte 6:84 Código ecuatoriano de la construcción. Requisitos de diseño y construcción de escaleras
- CPE INEN 005 parte 1:01 Código ecuatoriano de la construcción. Requisitos generales de diseño.
- NTE INEN 0440:84 1R Colores de identificación de tuberías *9

- NTE INEN 0439:84 Colores, señales y símbolos de seguridad *9
- NTE INEN 0321:78 Coordinación modular de la construcción. Albañilería modular
- NTE INEN 0313:78 Coordinación modular de la construcción. Alturas modulares de pisos y de locales
- NTE INEN 0308:78 Coordinación modular de la construcción. Bases, terminología, simbología y condiciones generales
- NTE INEN 0325:78 Coordinación modular de la construcción. Componentes para forjados modulares
- NTE INEN 0309:78 Coordinación modular de la construcción. Definiciones de componentes de edificios
- NTE INEN 0316:78 Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de bloques huecos de hormigón
- NTE INEN 0317:78 Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos
- NTE INEN 0319:78 Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de elementos para entrepisos
- NTE INEN 0320:78 Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de ventanas y puertas
- NTE INEN 0314:78 Coordinación modular de la construcción. Entrepisos de viviendas
- NTE INEN 0324:78 Coordinación modular de la construcción. Espacio modulares para escaleras
- NTE INEN 0323:78 Coordinación modular de la construcción. Instalaciones y locales sanitarios modulares
- NTE INEN 0326:78 Coordinación modular de la construcción. Juntas para componentes modulares
- NTE INEN 0315:78 Coordinación modular de la construcción. Método de cálculo de los espesores de junta y de las medidas nominales y tolerancias para componentes modulares
- NTE INEN 0312:78 Coordinación modular de la construcción. Módulos de proyectos

- NTE INEN 0318:78 Coordinación modular de la construcción. Paneles verticales. Serie de dimensiones

- NTE INEN 0311:78 Coordinación modular de la construcción. Posición de los componentes de la construcción con relación a la cuadrícula modular de referencia

- NTE INEN 0322:78 Coordinación modular de la construcción. Vanos y cerramientos modulares

- NTE INEN 2035:09 Cordones flexibles y alambres para instalaciones domésticas. Requisitos

- NTE INEN 2506:09 Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos

- RTE INEN 036:2010 Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado

- RTE INEN 006:09 Extintores portátiles para la protección contra incendios

- NTE INEN 0731:09 1R Extintores portátiles y estacionarios contra incendios. Definiciones y clasificación

- NTE INEN 0739:87 Extintores portátiles. Inspección, mantenimiento y recarga * 7

- NTE INEN 0738:87 Extintores portátiles. Método de ensayo * 4

- NTE INEN 0737:87 Extintores portátiles. Muestreo * 4

- NTE INEN 0801:87 Extintores portátiles. Requisitos generales * 7

- NTE INEN 0802:87 Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones * 6

- GPE INEN 56:2001 Guía de práctica. Evacuación de edificios y espacios exteriores urbanos en prevención de desastres

- GPE INEN 57:2001 Guía de práctica. Para prevención de riesgos producido por desastres naturales

- GPE INEN 27:1979 Guía práctica. Uso de medidas preferidas para construcción. Unidades sanitarias

- GPE INEN 12:1987 Guía práctica. Uso de medidas preferidas para la construcción. Excavaciones

- GPE INEN 15:1977 Guía práctica. Uso de medidas preferidas para la vivienda. Escaleras comunales de vivienda y edificios semipúblicos.

- GPE INEN 13:1987 Guía práctica. Uso de medidas preferidas para vivienda. Puertas interiores y exteriores
- GPE INEN 11:1987 Guía práctica. Uso de medidas preferidas para viviendas. Ventanas
- NTE INEN 1154:84 Iluminación natural de edificios para fábricas y talleres. Requisitos * 6
- NTE INEN 1150:84 Iluminación natural de edificios. Definiciones * 4
- NTE INEN 1151:84 Iluminación natural de edificios. Métodos de determinación * 4
- NTE INEN 1152:84 Iluminación natural de edificios. Requisitos * 6
- NTE INEN 1153:84 Iluminación natural en escuelas. Requisitos * 6
- NTE INEN 0743:87 Prevención de incendios. Clasificación de los materiales explosivos * 4
- NTE INEN 1076:87 Prevención de incendios. Clasificación e identificación de sustancias peligrosas en presencia de fuego
- NTE INEN 0804:87 Prevención de incendios. Determinación de la resistencia al fuego de elementos constructivos * 4
- NTE INEN 0751:87 Prevención de incendios. Determinación de la susceptibilidad de ignición de los materiales y estructura * 4
- NTE INEN 0756:87 Prevención de incendios. Determinación del índice de propagación del fuego en materiales de construcción * 4
- NTE INEN 0757:87 Prevención de incendios. Determinación del potencial calorífico de los materiales de construcción * 4
- NTE INEN 0750:87 Prevención de incendios. Elementos constructivos de vidrio. Determinación de la resistencia al fuego * 4
- NTE INEN 1473:87 Prevención de incendios. Marcos para puertas cortafuego. Requisitos
- NTE INEN 1474:87 Prevención de incendios. Puertas cortafuego de madera revestidas de chapa de acero. Requisitos
- NTE INEN 0747:86 Prevención de incendios. Puertas cortafuego Definiciones y Terminología * 4
- NTE INEN 0749:86 Prevención de incendios. Puertas cortafuego. Muestreo * 4

- NTE INEN 0754:87 Prevención de incendios. Puertas cortafuego. Requisitos generales
- NTE INEN 0805:87 Prevención de incendios. Puertas cortafuegos abisagradas. Requisitos
- NTE INEN 0806:87 Prevención de incendios. Puertas cortafuegos corredizas. Requisitos
- NTE INEN 0748:86 Prevención de incendios. Puertas cortafuegos. Clasificación * 4
- NTE INEN 0758:87 Prevención de incendios. Techos. Determinación de la resistencia a la exposición externa al fuego * 4
- NTE INEN 0733:87 Prevención de incendios. Ventanas cortafuegos. Determinación de la resistencia al fuego * 4

2.4 Posibilidades y limitaciones de las tecnologías disponibles en el mercado para la implementación de edificios inteligentes

La integración de las diferentes tecnologías activas en un sistema domótico para poder controlar el entorno del edificio y comunicarse con el exterior es, sin duda, el objetivo principal para aumentar la autonomía personal y facilitar la vida independiente de las personas.

Tres son las cuestiones que más pueden interesar:

- Identificar los componentes principales del sistema.
- Ver el alcance de las prestaciones que puede ofrecer.
- Reflexionar sobre las limitaciones que actualmente presentan.

2.4.1 Nuevas posibilidades. Las nuevas posibilidades parten de la necesidad del usuario o de las necesidades del entorno según sea el caso pero cada vez que se mejore un grado o un nivel de inteligencia en un edificio significara mayor cantidad de tecnología esto implica mayor desembolso de recursos económicos al realizar la implantación pero en contra parte con el transcurrir del tiempo se podrá observar los beneficios económicos por la reducción de costes en energía eléctrica, seguridad, telecomunicaciones, confort., etc. para poder

definir en qué nivel se encuentra nuestro edificio se muestra a continuación un resumen de un artículo según telematique [9]:

- Nivel 1: Grado de Inteligencia mínimo: este nivel estará definido como aquel en el cual las edificaciones muestren algún tipo de automatización, bien sea de sus servicios o bien de sus sistemas, pero donde no exista ningún grado de integración. En otras palabras, el edificio presenta algún tipo de automatización pero en el mismo, cada subsistema no está de ninguna forma relacionado o integrado con otro.
- Nivel 2: Grado de Inteligencia bajo: en este nivel los sistemas de automatización que presente el edificio se combinan a través de un sistema central dando como resultado una integración mínima. El edificio puede poseer más de un sistema inteligente, sin embargo la integración se percibe de una forma muy discreta.
- Nivel 3: Grado de Inteligencia Medio: el edificio, sus sistemas y sus servicios poseen un nivel de integración mucho mayor, pero además, existe la factibilidad de tender hacia un mayor grado de integración en la medida del crecimiento o incorporación de nuevos servicios.
- Nivel 4: Grado de inteligencia Máximo: en este nivel la inteligencia del edificio viene dada por la total integración de sus servicios, de sus sistemas y de sus funciones. El sistema es de una mayor complejidad tecnológica pero la respuesta a todas las situaciones determina la menor intervención humana posible. Este a su vez, pone a la disposición de usuarios y administradores las herramientas necesarias para facilitar la gestión y el proceso de aprendizaje requerido para brindar respuesta a las diferentes situaciones que se presenten.

2.4.2 Limitaciones de un sistema domótico en el edificio. Los sistemas domóticos presentan aún muchas interrogantes que dificultan su implantación generalizada. Por ejemplo:

- Precio

Aunque los precios de los componentes principales de una instalación están cayendo muy deprisa aún tienen costes significativos, especialmente aquellos que por ser adaptaciones específicas tienen una escasa implantación con una producción muy limitada.

Muchos elementos se pueden instalar sin apenas costes de obra o instalación, en particular si se utiliza la radiofrecuencia en lugar del cableado para conectar los entre sí, pero algunos requerirán la ampliación de la instalación eléctrica (hasta el actuador), modificaciones de alguno de sus elementos (por ejemplo, las persianas) o instalaciones, además de la adquisición de los elementos propios para realizar algún tipo de automatización.

- **Fiabilidad y mantenimiento**

El desarrollo incipiente de algunos elementos y la complejidad de los sistemas generalizados de control de entorno puede requerir de personal especializado (lo que significa agregar costes) para el mantenimiento regular de la instalación que garantice su operatividad y para modificar o añadir prestaciones. Por tanto, es necesario mejorar la robustez de los componentes frente a fallos y la flexibilidad de los sistemas que deberían estar concebidos de forma modular adaptable a la evolución de las necesidades de los usuarios.

- **Compatibilidad de sistemas**

Muchos son sistemas “propietario” que dependen de una determinada empresa y no son compatibles entre sí, mientras que los que pretenden ser “abiertos” chocan con la dificultad de la proliferación de lenguajes diferentes.

Los sistemas deberían estar disponibles como estándares, pero la falta de un protocolo o lenguaje unificado dificulta que distintos componentes de fabricantes diversos puedan intercambiarse la información necesaria.

- **Conocimiento por parte del usuario**

La mayoría de los potenciales usuarios no conoce los beneficios derivados del uso de estas tecnologías. Hoy en día es posible implantar sistemas muy sencillos, que realizan funciones básicas adecuadas a las necesidades y posibilidades de una determinada persona, cuyos costes de instalación son escasos o nulos, que se manejan fácilmente y que pueden ampliarse en el futuro.

2.5 Introducción a *LABVIEW*

Figura 1. Logo *LabVIEW* versión 2012



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

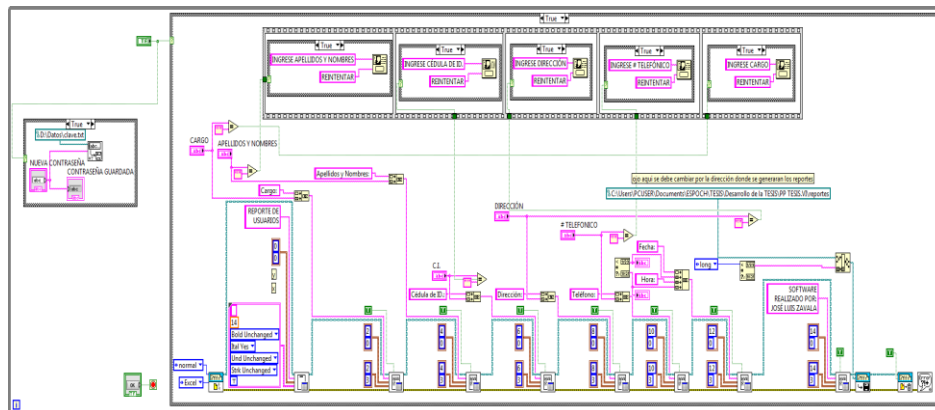
LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. *LabVIEW* permite diseñar interfaces con el usuario mediante una ventana interactiva basado en software. Se puede diseñar especificando un sistema funcional, el diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. *LabVIEW* es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo *Matlab*. Tiene la ventaja de que permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes). Es un módulo software que simula el panel frontal de un instrumento, apoyándose en elementos hardware accesible por el computador (tarjetas DAQ, tarjetas compatibles con el puerto paralelo, instrumentos vía RJ45, etc.), el cual realiza una serie de medidas como si se tratase de un instrumento real. Por tanto, cuando se ejecuta un programa que funciona como instrumento virtual (VI), el usuario ve en la pantalla de su computador un panel cuya función es idéntica a la de un instrumento físico, facilitando la visualización y control del aparato. A partir de los datos reflejados en el panel frontal, el VI debe actuar recogiendo o generando señales, como lo haría su parte física. [10]

2.5.1 Programación gráfica. Anteriormente la construcción de un VI (Instrumento Virtual) se llevaba a cabo con paquetes software que ofrecían una serie de facilidades, como funciones de alto nivel y la incorporación de elementos gráficos que simplifican la tarea de programación y de elaboración del panel frontal. Sin embargo, el cuerpo del programa seguía basado en texto, lo que suponía mucho tiempo invertido en detalles de programación que nada tiene que ver con la finalidad del VI; posteriormente aparece el Software de Programación Gráfica como:

- *VEE (Hewlett Packard)*
- *Lab VIEW (National Instruments)*
- *Visual Designer (Burr Brown)*

Que ha simplificado notablemente la creación de un instrumento virtual, minimizando el tiempo de desarrollo de las aplicaciones. A continuación en la figura 2 un ejemplo.

Figura 2. VI generador de reportes en formato xls



Fuente: Autores

2.5.2 Sistemas de medida. El usuario de estos sistemas automáticos de medida debe ser capaz de:

- Definir el procedimiento de prueba.
- Seleccionar los instrumentos para la prueba.
- Supervisar la ejecución de la prueba.
- Proporcionar los parámetros iniciales de la prueba.
- Analizar los resultados.

Estas características se consiguen mediante una plataforma Hardware y un Software, todo ello a través de una Interface Gráfica de Usuario (GUI). Es necesario entonces que el Software se adapte fácilmente a las diferentes necesidades de medida, esto se consigue con un lenguaje orientado a objetos. *LabVIEW* es un software que consta:

- Colección de Objetos reutilizables que representan instrumentos físicos.
- Procedimientos de prueba.
- Actividades de procesamiento de datos.
- Elementos de Interface gráfico.
- Creación de nuevos objetos a partir de los existentes.

2.5.3 *Campos de aplicación de un instrumento virtual.* Entre las principales campos de aplicación tenemos:

- Electrónica de potencia
- Procesamiento de señales
- Mecánica
- Robótica
- Adquisición de imágenes
- Instrumentos de medida, etc.

Y si se instalan más Driver de instrumentos del laboratorio incrementa sus funciones por ejemplo:

- Sonido y vibraciones
- Adquisición de datos
- Generación de reportes, etc.

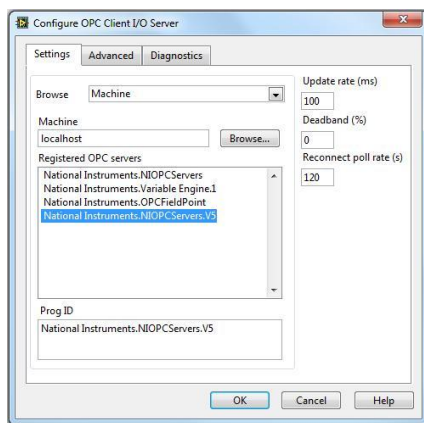
2.6 Servidores OPC

2.6.1 *Introducción.* El OPC (OLE for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en una tecnología Microsoft, que ofrece un interface común para comunicación que permite que componentes software individuales interaccionen y compartan datos. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-servidor.

El servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor. Por tanto el OPC es una aplicación de software (driver) que cumple con una o más especificaciones definidas por la OPC además el servidor hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolo nativos (típicamente PLCs, DCSs, básculas, Módulos I/O (ver ejemplo en la Figura 3), controladores, tarjetas de adquisición de datos etc.) y por el otro lado con Clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.).

Además se considera una solución abierta y flexible al clásico problema de los drivers propietarios. Prácticamente todos los mayores fabricantes de sistemas de control, instrumentación y de procesos han incluido OPC en sus productos. [11]

Figura 3. Ejemplo de configuración OPC Cliente I/O Server



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

2.6.2 Tipos de servidores OPC. [12]. Existen cuatro tipos de servidores OPC definidos por la OPC Foundation, y son los siguientes:

- Servidor OPC DA – Basado en Spezifikationsbasis: OPC Data Access- especialmente diseñado para la transmisión de datos en tiempo real.
- Servidor OPC HDA– Basado en la especificación de Acceso a Datos Historiados que provee al Cliente OPC HDA de datos históricos.
- Servidor OPC A&E Server– Basado en la especificación de Alarmas y Eventos – transfiere Alarmas y Eventos desde el dispositivo hacia el Cliente OPC A&E.

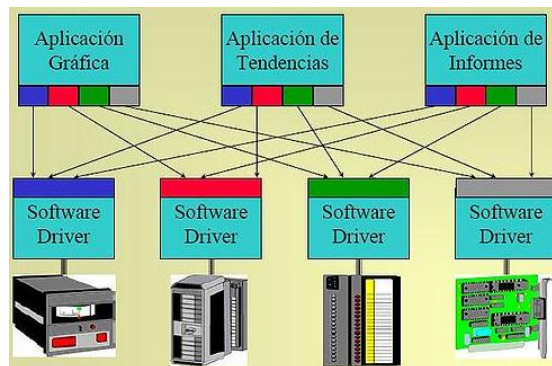
- Servidor OPC UA – Basado en la especificación de Arquitectura Unificada – basado en el set más nuevo y avanzado de la OPC Foundation, permite a los Servidores OPC trabajar con cualquier tipo de datos.

2.6.3 Propósito de los servidores OPC. Las aplicaciones necesitan una manera común de acceder a los datos de cualquier fuente, como un dispositivo o una base de datos, es decir unificar todas las aplicaciones aun mismo tipo y direccionar a cada uno de los servidores OPC.

2.6.4 Ventajas de los servidores OPC. Se clasifican en dos básicamente y son:

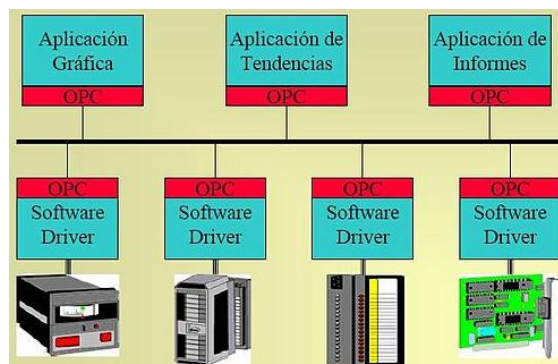
- Los fabricantes de hardware sólo tienen que hacer un conjunto de componentes de programa para que los clientes los utilicen en sus aplicaciones.
- Los fabricantes de software no tienen que adaptar los drivers ante cambios de hardware.

Figura 4. Problema sin tecnología OPC



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

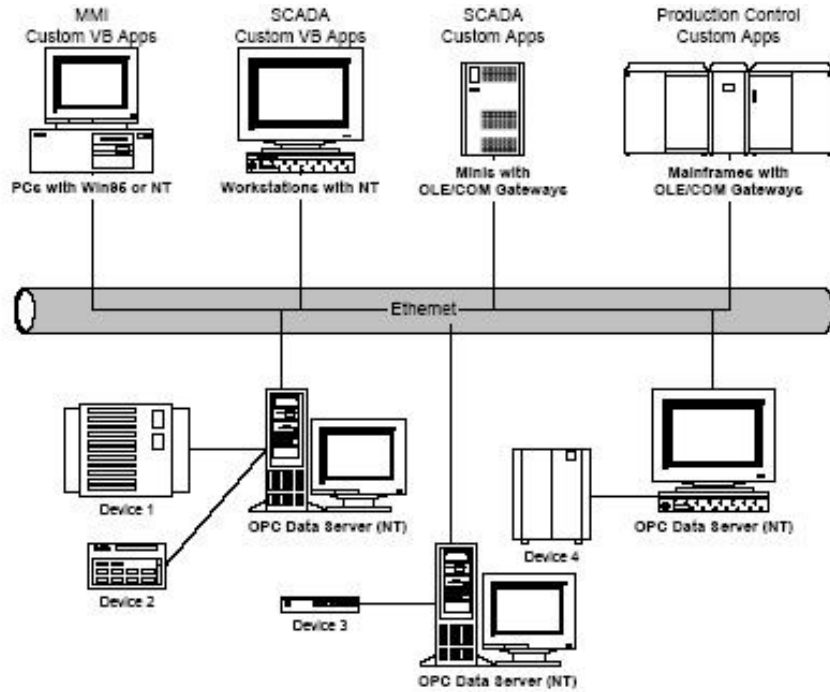
Figura 5. Solución con tecnología OPC



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

2.6.5 Situación con la integración del servidor OPC. Con OPC, la integración de sistemas en un entorno heterogéneo se tornará simple.

Figura 6. Integración mediante un mismo OPC

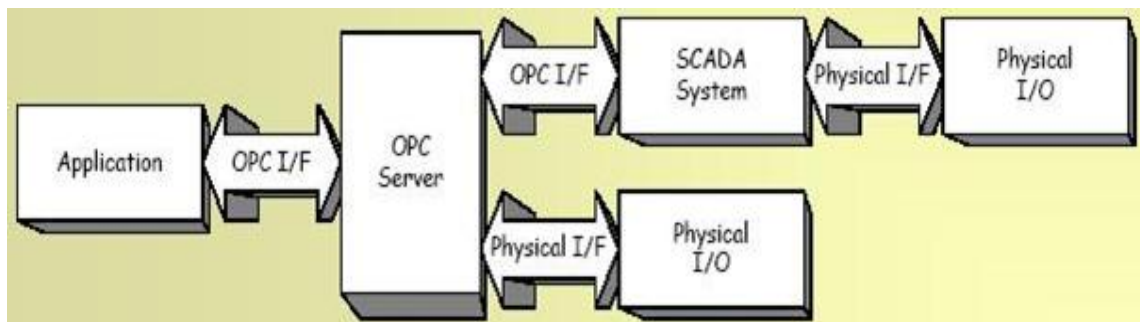


Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

2.6.6 Aplicación del OPC. Es diseñado principalmente para acceder a datos de un servidor en red.

El nivel más básico de una OPC es coger datos de aparatos físicos y llevarlo a SCADA o DCS, o de un servidor SCADA o DCS a una aplicación.

Figura 7. Aplicaciones del OPC



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

2.7 Etiquetas del sistema (TAGS)

Una etiqueta o Tags es una palabra clave asignada a un dato almacenado en un repositorio. Las etiquetas son en consecuencia un tipo de metadato, pues proporcionan información que describe el dato (una imagen digital, un clip de vídeo o cualquier otro tipo de archivo informático) y que facilita su recuperación. [13]

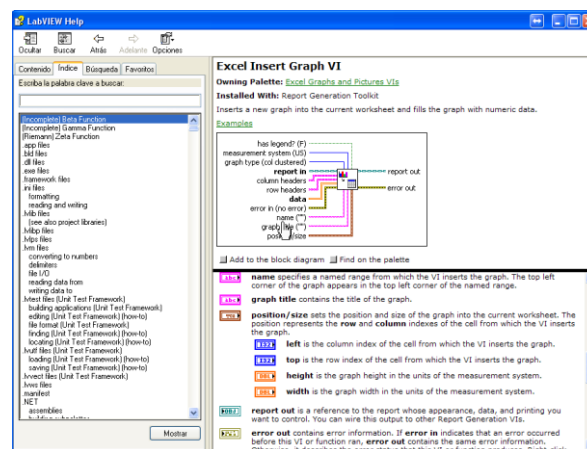
La diferencia entre las etiquetas y las palabras clave tradicionales es que las etiquetas son elegidas de manera informal y personal por los usuarios del repositorio. A diferencia de otros sistemas de clasificación, en los sistemas basados en etiquetas no es necesario que exista un esquema de clasificación previo como base para la clasificación.

Las etiquetas del sistema (Tags) se utilizan para proporcionar información en las aplicaciones del cliente para permitir el control operativo cuando un dispositivo se activa, la recolección de datos y para permitir que los parámetros estándar de un objeto, canal o dispositivo se hayan cambiado en el momento en una aplicación cliente OPC.

El número de etiquetas disponibles en el sistema, ya sea en el nivel del canal o dispositivo variará dependiendo de la naturaleza del controlador que está utilizando. Además de los de nivel de canal y dispositivo para etiquetas del sistema, ahora hay etiquetas de nivel de aplicación del sistema que permiten a las aplicaciones de cliente controlar el estado del servidor. Las etiquetas de sistema también pueden ser agrupados de acuerdo a su propósito sea de estado (lectura y escritura) manipulación de parámetros.

A continuación en la figura 8 se muestra un ejemplo de una etiqueta del sistema que asocia un VI de *LabVIEW* con Microsoft Excel.

Figura 8. Etiquetas del sistema TAGS



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

2.7.1 *Tags como parámetros de control.* Mientras que las etiquetas estándar del sistema proporcionar la retroalimentación necesaria sobre el funcionamiento del servidor, las etiquetas de control de parámetros proporcionan la característica más potente. Las etiquetas de parámetro de control se pueden utilizar para modificar las características de funcionamiento de la aplicación de servidor.

Esto proporciona una gran flexibilidad en sus aplicaciones OPC. Usando las etiquetas de control de parámetro de puede implementar la redundancia cambiando enlaces de comunicación o de cambiar el ID de dispositivo de destino, todo sobre la marcha.

También podría facilitar el acceso a estas etiquetas especiales a través de las pantallas de supervisión que permiten a un usuario de planta para realizar cambios en los parámetros de comunicación del servidor si es necesario.

2.7.2 *Ventajas y desventajas de las Tags.* El empleo de etiquetas, en comparación con otros sistemas de clasificación, es más flexible y resulta especialmente sencillo. Así, permite reclasificar un dato con sólo modificar sus etiquetas. Todas las conexiones entre el dato reclasificado y otros datos almacenados se actualizan automáticamente sin necesidad de intervención de la persona que ha realizado la tarea. Tampoco es necesario cambiar el dato (imagen, página web, etc.) de categoría dentro de una compleja jerarquía de categorías tal y como ocurre en los sistemas tradicionales.

El empleo de etiquetas permite crear una forma muy popular de acceso a los datos que consiste en mostrar una nube de palabras. En ella se representan visualmente las etiquetas más utilizadas en el repositorio, mostrando con mayor tamaño aquellas etiquetas que aparecen con más frecuencia.

Sin embargo, a las ventajas anteriores se contraponen algunas desventajas:

- Las etiquetas no tienen un significado semántico, único y explícito. Así por ejemplo, la etiqueta "rosa", además de al color rosa, puede hacer referencia a la flor del mismo nombre. Esta carencia de distinción semántica inequívoca puede conducir a conexiones inadecuadas entre datos sin relación por culpa de un etiquetado homónimo.
- La elección de la "palabra de la etiqueta" es completamente personal, por lo que puede darse un etiquetado sinónimo que obligue a realizar múltiples búsquedas para encontrar todos los datos relevantes para una cierta consulta. Por ejemplo las etiquetas

"cerdo", "chanchito" y "gorrino" pueden usarse indistintamente para describir un mismo recurso. Los "etiquetadores" deberán juzgar, según el número de conexiones y las significantes alternativas, qué posibles conexiones entre los datos son válidas para sus intereses.

- Al ser libre la elección, los usuarios pueden introducir en el sistema etiquetas sin sentido o que sólo tengan sentido para ellos mismos. Estas etiquetas "polucionan" en cierto modo la folcsonomía, creando un gran número de etiquetas útiles sólo para unos pocos. Un usuario que utilizara su identificador (por ejemplo "juan1969") para etiquetar aquellos recursos de su interés sería un ejemplo de lo anterior.

2.8 Modbus

2.8.1 Introducción. Modbus es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs), pero esta no es la única aplicación del Modbus por lo que se detallan los siguientes dispositivos compatibles [14] :

- HMI
- RTU
- Drives
- Sensores
- Actuadores remotos, etc.

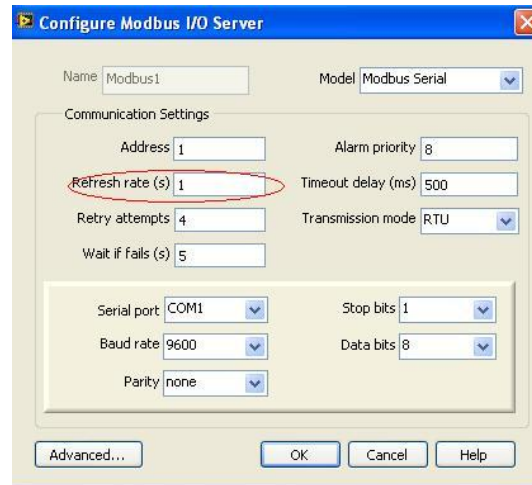
Convirtiéndolo así en un protocolo de comunicaciones estándar en la industria además es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

1. Es público
2. Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo
3. Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas

de supervisión adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

Figura 9. Configuración Modbus I/O Server



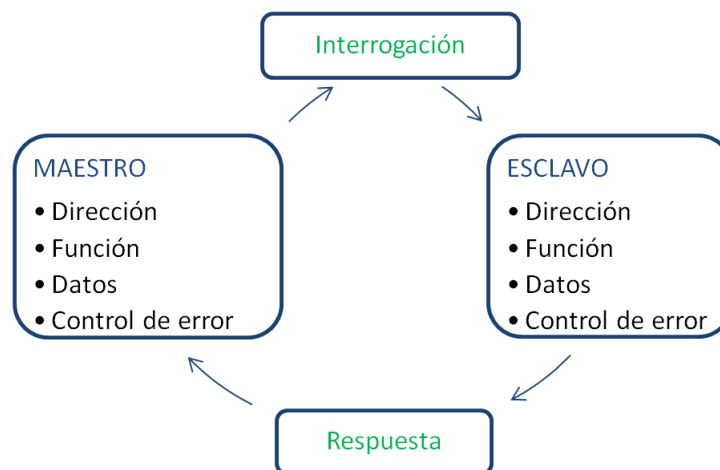
Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

2.8.2 Principales características.

- Control de acceso al medio tipo Maestro/Esclavo.
- El protocolo especifica: formato de trama, secuencias y control de errores.
- Existen dos variantes en el formato: ASCII y RTU
- A cada esclavo se le asigna una dirección fija y única en el rango de 1 a 247.

2.8.3 Formato general de tramas.

Figura 10. Formato general de tramas



Fuente: Autores

2.8.4 Ventajas del protocolo MODBUS/TCP.

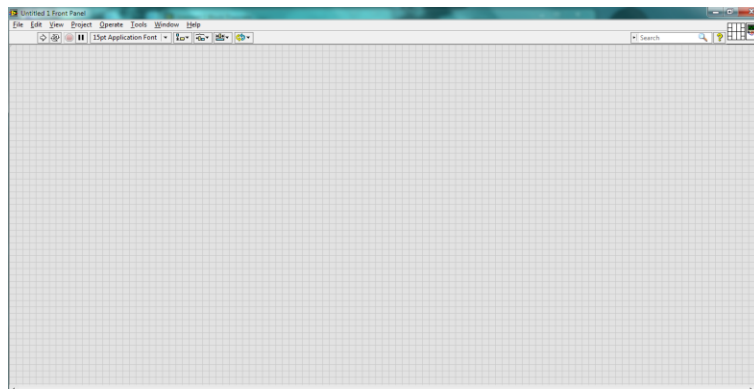
- Es escalable en complejidad. Un dispositivo el cual tiene solo un propósito simple necesita solo implementar uno o dos tipos de mensaje.
- Es simple para administrar y expandir. No se requiere usar herramientas de configuración complejas cuando se añade una nueva estación a una red Modbus/TCP.
- No es necesario equipo o software propietario de algún vendedor. Cualquier sistema computador o microprocesador con una pila de protocolos TCP/IP puede usar Modbus/TCP.
- Puede ser usado para comunicar con una gran base instalada de dispositivos MODBUS, usando productos de conversión los cuales no requieren configuración.
- Es de muy alto desempeño, limitado típicamente por la capacidad del sistema operativo del computador para comunicarse. Altas ratas de transmisión son fáciles de lograr sobre una estación única, y cualquier red puede ser construida para lograr tiempos de respuesta garantizados en el rango de milisegundos.

2.9 Programación en el software *LABVIEW*

Cuando se crea un instrumento virtual en *LabVIEW* se trabaja en dos ventanas. Si un control es pegado desde la librería en el panel frontal, se crea una variable cuyos valores serán determinados por el usuario; inmediatamente aparecerá un terminal en la ventana de programación.

2.9.1 Panel frontal y diagrama de bloques. Cada VI tiene dos ventanas, pero relacionadas entre sí como se muestra a continuación:

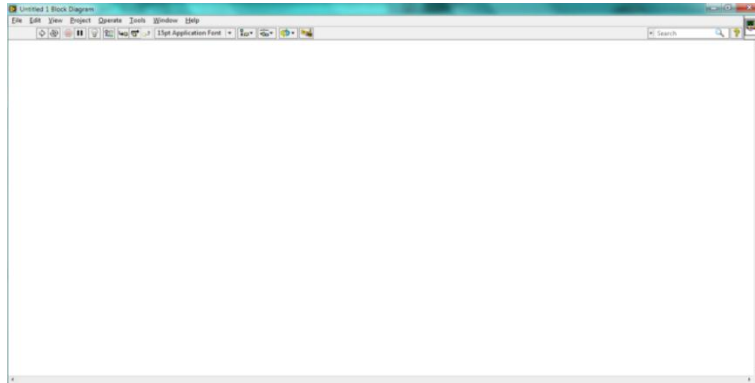
Figura 11. Panel frontal



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

La ventana Diagrama es donde se construye el diagrama de bloques, se denomina también ventana de programación esta otra es la que soportará la programación, a la ventana de programación se la puede comparar con la placa de un circuito impreso, donde los terminales del panel frontal se cablean a bloques funcionales. Al elegir controles e indicadores, estos estarán asociados a tipos de datos:

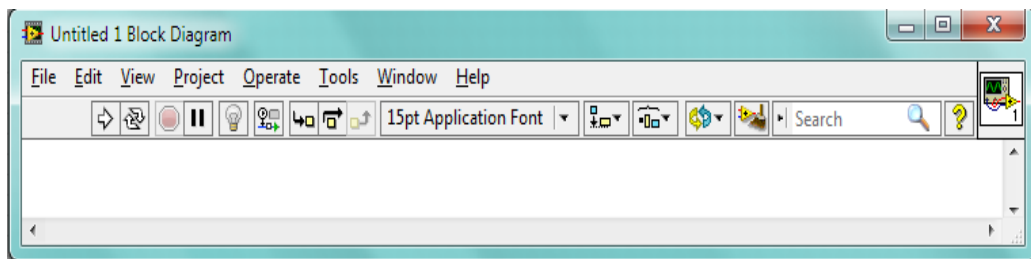
Figura 12. Diagrama de bloques



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

2.9.2 Menús de LabVIEW. En la figura 13 se muestra el menú de *LabVIEW*.

Figura 13. Menú de LabVIEW



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

File: Sus opciones se usan básicamente para abrir, cerrar, guardar e imprimir VIs.

Edit: Se usa principalmente para organizar el panel frontal y el diagrama de bloques y establecer nuestras preferencias.

View: con esta opción encontramos la paleta de trabajo y lista de errores.

Project: Presenta los niveles de jerarquía, los subVIs que lo integran, los que están sin abrir, busca VIs, etc.

Operate: Son comandos que sirven para ejecutar el VI.

Tools: son las herramientas con las cuales vamos a vincular el *LabVIEW* con otros dispositivos como la tarjeta DAQ.

Windows: Se utiliza para mostrar ventanas como: las de controles y funciones, herramientas, portapapeles, historial, etc. Si se selecciona Mostrar jerarquía del VIs (Show).

2.9.3 Herramientas. En este menú se muestran las herramientas básicas que se usan en *LabVIEW* ver figura 14.

Figura 14. Herramientas de *LabVIEW*



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

Valor operativo: Maneja los controles del panel frontal. Es la única herramienta disponible en el modo RUN.

Situación/tamaño/selección: Selecciona nueve y redimensiona objetos.

Edición de texto: Crea y edita textos.

Conexión de cables: Enlaza objetos del diagrama de bloques y asigna a los terminales del conector del VI los controles e indicadores del panel frontal.

Menú pop-up del objeto: Despliega el menú Pop-Up asociado al objeto.

Desplazamiento de la pantalla: Desplaza la pantalla en la dirección que deseamos para ver posibles zonas ocultas.

Establecer-quitar punto de ruptura: Permite poner tantos puntos de ruptura como deseamos a lo largo del diagrama de bloques. Usamos esta misma herramienta para eliminar los puntos.

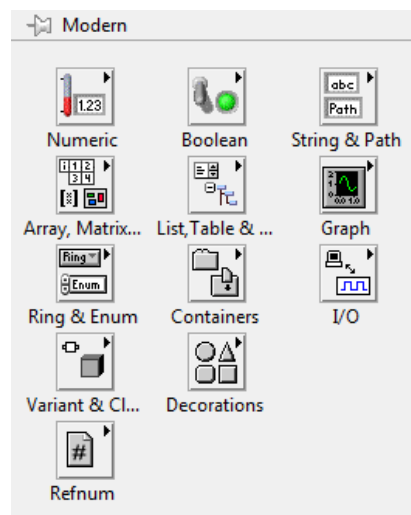
Sonda de datos: Funciona con la opción *Prove*, sirve para probar los valores intermedios dentro de un VI.

Capturar color: Permite saber de manera específica que color tiene un objeto, texto u otros elementos.

Colorear: Colorea diversos objetos.

2.9.4 Creación de objetos. Creamos objetos sobre el panel frontal, seleccionándolos del menú controles, este objeto aparecerá en la ventana panel con un rectángulo negro o gris que representa una etiqueta de identificación o *label*; al mismo tiempo se crea el terminal correspondiente sobre el diagrama de bloques. Si se selecciona **SHOW DIAGRAM** (Mostrar Diagrama) desde el menú *Windows*, se podrá ver el diagrama correspondiente al panel frontal

Figura 15. Creación de objetos

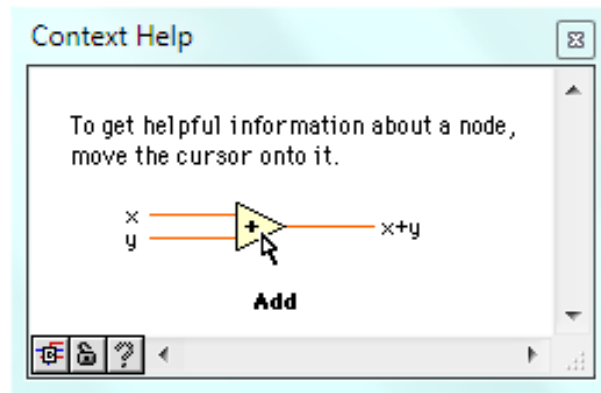


Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

Todos los objetos en *LabVIEW* tienen asociados menús Pop-Up los cuales se pueden obtener pulsando el botón derecho del ratón sobre dicho objeto, sirve para seleccionar diferentes opciones sobre determinados parámetros, como el aspecto o el comportamiento de dicho objeto. Se puede seleccionar objetos sobre el diagrama de bloques utilizando el menú *Function*.

2.9.5 Ventana de ayuda. La ventana *Help* de *LabVIEW* (figura 16), ofrece información sobre funciones, constantes, *subVIs*, controles e indicadores (Ctrl h)

Figura 16. Ventana de ayuda



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

Para visualizarla se escoge *ShowHelp* del menú *Help*.

Cuando se pasa el cursor sobre un objeto, la ventana *help* muestra su icono con los cables del tipo de dato asociado para cada terminal.

Cuando se pasa el cursor sobre una constante universal, se visualiza su valor.

Cuando se coloca la herramienta - Conexión de cables sobre un cable, la ventana *Help* visualiza el tipo de dato transportado por ese cable. Así mismo cuando se mueve esta herramienta sobre el icono del VI, el terminal correspondiente al conector se ilumina en la ventana *Help* además cuando se usa el comando *LockHelp*, se bloque la ayuda.

2.9.6 Tipos de datos en LabVIEW. *LabVIEW* ofrece una gran variedad de tipos de datos, uno de los aspectos más significativos es la diferenciación que efectúa en el diagrama de bloques entre los diferentes tipos de datos en que cada uno de ellos tiene un color propio.

2.9.6.1 Booleano (verde claro). Son enteros de 16 bits. El bit más significativo contiene el valor Booleano. Si el bit 15 se pone a 1, entonces el valor del control o indicador es TRUE (verdadero), por el contrario si este bit 15 vale 0, el valor de la variable booleana será False (falso).

2.9.6.2 Numéricos

- Extendido (Naranja). Son números de coma flotante con precisión extendida cuya longitud es de 80 bits.
- Doble (Naranja). Son números de coma flotante con doble precisión cuya longitud es de 64 bits, es el valor por defecto de *LabVIEW*.

- Single (Naranja). Son números de coma flotante de precisión simple cuya longitud es de 32 bits.
- Enteros largos (Azul). Son números enteros largos cuya longitud es de 32 bits, con o sin signo.
- Enteros (Azul). Son números que tienen un formato de 16 bits, con o sin signo.
- Byte (Azul). Tienen un formato de 8 bits. Con y sin signo.
- Arreglos (Arrays). Depende del tipo de dato que contenga.
- String (rosa). *LabVIEW* almacena los strings como si fueran un array unidimensional de bytes enteros (caracteres de 8 bits).
- Paths (Verde oscuro). *LabVIEW* almacena las componentes tipo y número de un path en palabras enteras, seguidas por las componentes del path que es una cadena string de longitud variable.
- Clusters (Marrón). Un cluster almacena diferentes tipos de datos de acuerdo a las normas.

2.9.7 Programación estructurada. En muchas ocasiones es necesario ejecutar un mismo conjunto de sentencias un número determinado de veces, o que estas se cumplan mientras se cumplan ciertas condiciones. *LabVIEW* dispone de cuatro estructuras que son:

- Estructura for loop
- Estructura While loop
- Estructura Case
- Estructura Sequence

2.9.7.1 Estructura For Loop. Corresponde a una estructura iterativa, es usada cuando se quiera que una operación se repita un número determinado de veces. Su equivalente es:

FOR i=1 to N-1

Tiene dos terminales asociados:

- Terminal contador: Corresponde al número de veces que se ejecutará el sub-diagrama creado en el interior de la estructura.
- Terminal de iteración: Corresponde al número de veces que se ejecutó el sub-diagrama creado en el interior de la estructura.

Ambos terminales son accesibles desde el interior de la estructura, es decir, sus valores pueden formar parte del sub-diagrama.

2.9.7.2 Estructura While Loop. Corresponde a una estructura iterativa, es usada cuando se quiera que una operación se repita mientras una determinada condición sea cierta ver la figura 17. Su equivalente es:

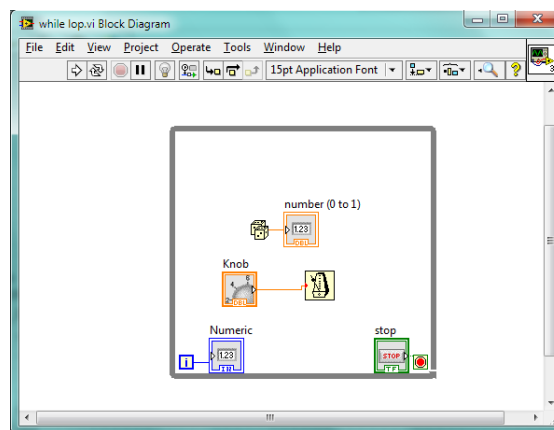
- DO (ejecutar el sub-diagrama)
- WHILE (condición) es TRUE

Tiene dos terminales asociados:

- Terminal condicional: donde conectaremos la condición que hará que se ejecute el sub-diagrama.
- Terminal de iteración: indica el número de veces que se ha ejecutado el bucle y que como mínimo siempre será una.

Tanto para For Loop y While Loop el menú Pop-up, es el siguiente:

Figura 17. Estructura While Loop

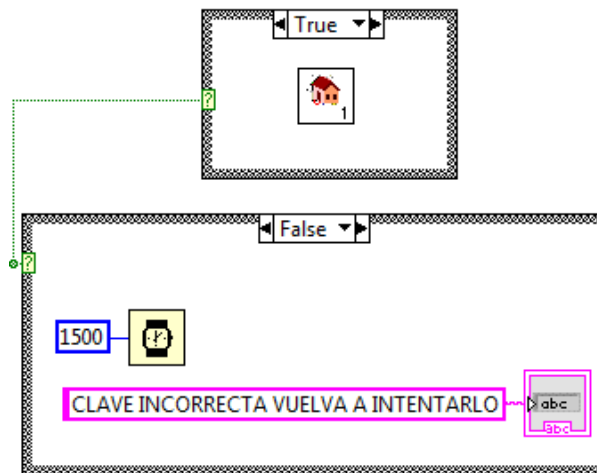


Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

Registros de desplazamiento: son variables locales, disponibles tanto en el For Loop como en el While Loop, que permiten transferir los valores del final de una iteración al principio de la siguiente. Existe un terminal llamado túnel que hace la conexión entre el interior y el exterior, de forma que los datos que fluyen a través de él se almacenan en el túnel, la posibilidad de acumular arrays en sus límites automáticamente se llama auto indexado.

2.9.7.3 Estructura Case. Esta estructura se usa cuando el número de alternativas disponibles sean dos o más. Esta estructura consta de un terminal llamado selector y un conjunto de sub-diagramas, cada uno de los cuales está dentro de un Case y etiquetado por un identificador del mismo tipo que el selector, éste será booleano o numérico. Estas estructuras no cuentan con los registros de desplazamientos, pero si se puede crear túneles para sacar o introducir datos.

Figura 18. Estructura Case

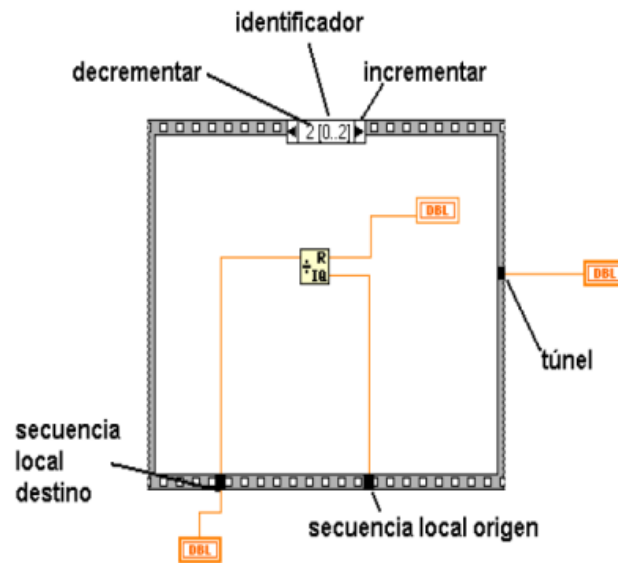


Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

2.9.7.4 Estructura: Sequence. Esta estructura no tiene su homóloga en los diferentes lenguajes convencionales, ya que se ejecutan en orden de aparición cuando se tiene disponible todos los datos de entrada. Se produce de esta manera una dependencia de datos que hace que la función que recibe un dato de manera directa o indirectamente de otra se ejecute siempre después su estructura se muestra en la figura 19.

Cada sub-diagrama estará contenido en un frame o marco además se ejecutará en orden de aparición: primero el frame 0, después el frame 1 y así sucesivamente hasta el último. Al contrario del Case, si un frame aporta un dato de salida a una variable los demás no tendrán por qué hacerlo. Pero hay que tomar en cuenta que el dato estará solamente disponible cuando se ejecute el último frame.

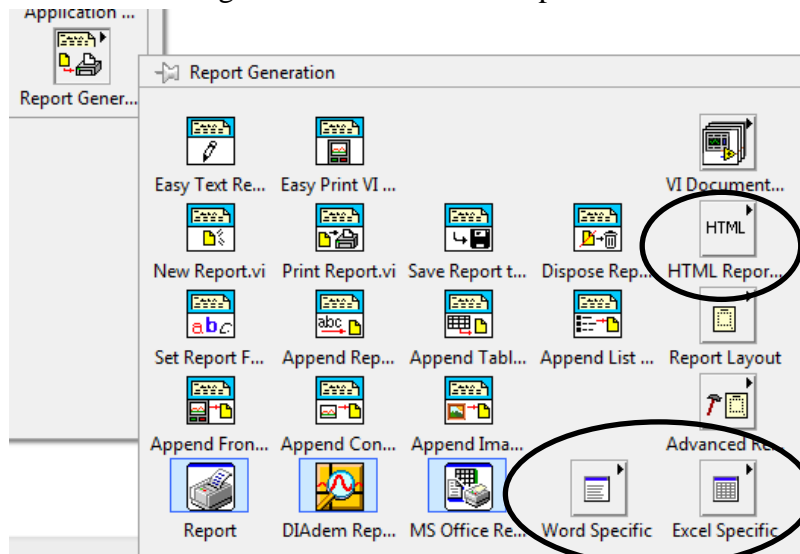
Figura 19. Estructura Sequence



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

2.9.8 Generadores de reportes. Estas herramientas son las encargadas de generar los reportes según el formato en el que se desee, en la figura 20 se visualiza los distintos tipos de reporte.

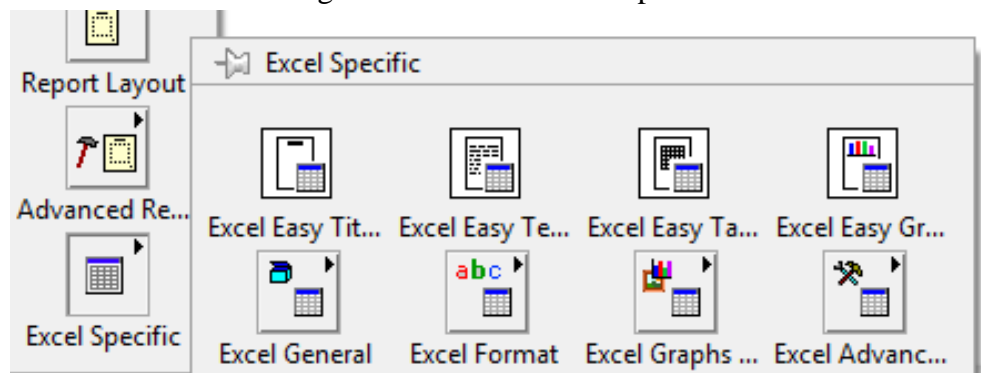
Figura 20. Generador de reportes



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

Al elegir un formato de reporte se desplaza una nueva selección como en la figura 21.

Figura 21. Generador de reportes

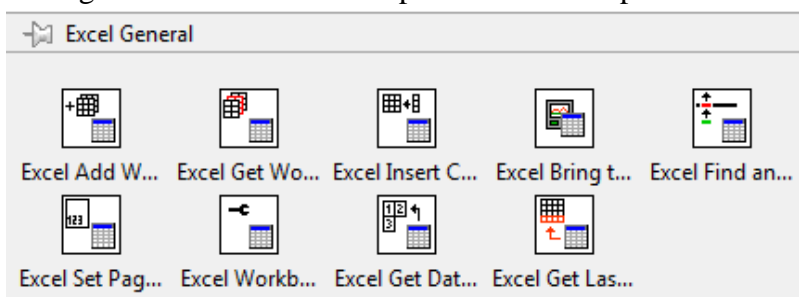


Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

Luego de elegir que se hará en excel se debe seleccionar el tipo, esto es muy importante porque según el tipo que escojamos mas alto será el grado de dificultad de programación.

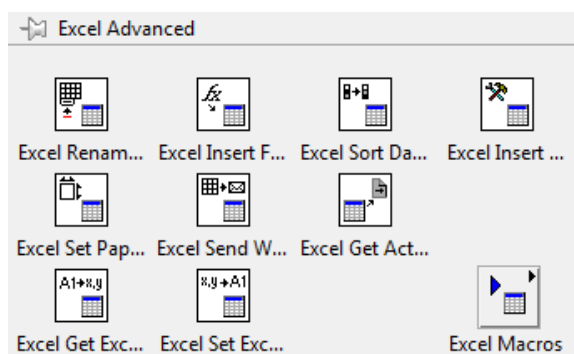
A continuación en las figura 22 y 23 se muestran los tipos de herramientas de excel tanto General como Advanced.

Figura 22. Generador de reportes en Excel tipo General



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

Figura 23 Generador de reportes en Excel tipo Advanced



Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

2.10 Costo-Beneficio

2.10.1 *Concepto de costo-beneficio.* Es la valorización de evaluación que relaciona las utilidades en el capital invertido o el valor de la producción con los recursos empleados y el beneficio generado.

Un marco conceptual para la evaluación de proyectos de inversión, públicos o privados, que se utiliza a veces como criterio para la selección entre alternativas en muy diversas situaciones. La diferencia con un Análisis Financiero Corriente, más simple, es que en el análisis de costo-beneficio se toman en cuenta todas las ganancias y beneficios involucrados en el proyecto: un beneficio es cualquier ganancia de utilidad, bajo cualquier forma que se presente, y los costos son toda la pérdida de utilidad que deriva el proyecto, medida en términos de sus costos de oportunidad. Ello implica considerar, por tanto, todas las externalidades que produce la acción que se está considerando: cambios en el Medio Ambiente, efectos colaterales sobre otros proyectos etc.

En la práctica es bastante difícil, cuantificar adecuadamente todas estas magnitudes, por lo que el análisis costo-beneficio se limita, concretamente, al cálculo de los costos y beneficios que son posibles determinar con cierta precisión. Ello es así, especialmente, cuando se hacen análisis de costo-beneficio de proyectos derivados, en donde lo que interesa es determinar primordialmente la tasa de retorno de una inversión. [15]

2.10.2 *Concepto de costo beneficio social.* Se denomina beneficio social a las prestaciones de naturaleza jurídica de seguridad social, no remunerativa, no dineraria, no acumulable ni sustituible en dinero, que brinda el empleador al trabajador por sí o por medio de terceros, que tiene como objeto mejorar la calidad de vida del dependiente o de su familia a cargo. [16]

CAPÍTULO III

3 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL PREVIO A LA IMPLANTACIÓN DEL MONITOREO Y CONTROL DE EDIFICIOS INTELIGENTES APLICADO AL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

3.1 Análisis de los planos arquitectónicos del edificio

3.3.1 Recolección y análisis de los planos existentes proporcionados por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para el análisis de los planos arquitectónicos del edificio se recolectó la información inherente al modular de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, este tipo de información se la obtiene mediante el Departamento de Mantenimiento y Desarrollo Físico de la ESPOCH, en esta oficina se adquirió información breve de los edificios, ya que por su antigüedad no poseen planos originales, pero en el departamento habían desarrollado un plano con medidas muy generales, el plano fue el UA3N03-080-27 con título de Predio 27 (Ver ANEXO A), este tipo de información proporcionada por el Departamento de Mantenimiento y Desarrollo Físico de la ESPOCH no posee la información necesaria para completar nuestro estudio por lo que se van a realizar unos nuevos planos de la construcción antes mencionada con más detalles para que sirva de modelo para el resto de edificaciones, estos nuevos planos están hechos en AE con el fin de poder elaborar a plenitud un modelo a escala del edificio inmerso del estudio, en este dibujo se muestra todo el edificio con sus dimensiones reales y sus respectivos acabados.

3.2 Estado físico en que se encontró al edificio de Ingeniería de Mantenimiento antes de la implementación

3.2.1 Introducción. El edificio en mención ha tenido un deterioro progresivo, principalmente por el transcurrir del tiempo y el uso continuo que se le da a este edificio. Cabe recalcar que este edificio no ha tenido intervenciones para remodelaciones ya que su infraestructura no brinda las facilidades de rediseño, el deterioro es evidente ya que los accesos y corredores ya no dan las garantías de seguridad necesarias, las paredes dan muestras de filtración que posteriormente generará la destrucción del bien, por lo que en el

presente proyecto se mejorará a la obra civil, con el fin de conservar y preservar el bien inmueble. Ver figuras 24, 25 y 26.

Figura 24. Deterioro de paredes en el salón azul



Fuente: Autores

Figura 25. Deterioro de paredes exteriores



Fuente: Autores

Figura 26. Deterioro de paredes y pisos en laboratorios de Termodinámica Aplicada



Fuente: Autores

3.2.2 *Análisis de la seguridad del edificio de Ingeniería de Mantenimiento.* El edificio analizado es de gran importancia dentro de la Facultad de Mecánica ya que en él se encuentran los Laboratorios de Computo, Automatización y Manipulación Industrial, Termodinámica Aplicada, Máquinas Eléctricas, Electrotecnia que poseen recursos de alto valor económico y tecnológico pero actualmente el edificio no cuenta con la seguridad necesaria por lo que puede ser propenso a flagelos, robos además de la destrucción de los equipos, instrumentos, herramientas que aquí se encuentran, estos daños son realizados por los usuarios de los laboratorios por lo que es necesario e imperativo tomar decisiones para evitar este tipo de actos.

Entonces se analizó todos los requerimientos necesarios que hacen falta en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento y se estableció que son los siguientes:

- Monitoreo a las zonas propensas a flagelos, robos y destrucción de bienes.
- Alarma contra incendios.
- Alarma antirrobo.
- Equipo contra incendios.
- Iluminación en caso de falta de energía eléctrica.
- Elaboración de una ruta de escape.

3.2.3 *Análisis de accesibilidad al edificio de Ingeniería de Mantenimiento.* Con el desarrollo de las normativas que rigen a nuestro país y en especial al sector público se considera como política de estado la accesibilidad a edificios para personas con capacidades especiales con el fin de respetar sus derechos de igualdad y equilibrio social todo esto basado en la Norma NTE INEN 2243:10 1R (ver ANEXO B) que trata de la Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico.

Por lo tanto en este proyecto se considera a la accesibilidad como un factor importante por lo que se realizarán distintas adecuaciones a la infraestructura, estos cambios son con el fin de mejorar a un nivel medio la accesibilidad al edificio, ya que en las condiciones de infraestructura actual restringe totalmente la accesibilidad para personas con capacidades

especiales por lo que el rediseño estructural se basara en la Norma NTE INEN 2245:00 que trata de la accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Rampas fijas * 6. (Ver ANEXO C)

Figura 27. Acceso frontal al edificio



Fuente: Autores

Figura 28. Acceso lateral al edificio



Fuente: Autores

3.2.4 *Análisis de los requerimientos estructurales y la funcionalidad de los edificios.* El edificio de mantenimiento con respecto a la funcionalidad se puede mencionar que se encuentra en pleno funcionamiento, es decir sus instalaciones son funcionales, ya que no presenta ninguna limitación para los usuarios de este edificio.

Cabe recalcar que a pesar de ello hace falta algunos aspectos importantes considerados dentro de las normativa de las edificaciones públicas tales como accesibilidad, Seguridad e Higiene, confort, comunicaciones, monitoreo y control de seguridad.

En cuanto a los requerimientos totales para el mejoramiento de la infraestructura del edificio son muchos ya que el edificio en ciertas zonas es vulnerable, por lo que a continuación en las figuras 29, 30 y 31 se muestran fotografías de los distintos lugares que tenían problemas de infraestructura.

Figura 29. Edificio de Mantenimiento vista posterior



Fuente: Autores

Figura 30. Acceso al Laboratorio de Electrotecnia



Fuente: Autores

Figura 31. Acceso frontal al edificio



Fuente: Autores

3.3 Nivel de inteligencia actual del edificio de Mantenimiento

Según la información obtenida de edificios inteligentes existe cuatro grados de inteligencia pasando cada uno de ellos por un proceso lógico de evolución y según los criterios dados anteriormente podemos concluir que el edificio de la escuela de Ingeniería de Mantenimiento no se encuentra en ninguna de estas categorías por los siguientes aspectos:

- Porque a pesar de poseer telecomunicaciones las cuales constan de internet, telefonía, fax; estas no se encuentra esta integradas a un centro de apoyo logístico de registro.
- Carecer de un control energético
- No tener una alarma de seguridad antirrobo.
- No poseer monitoreo para los usuarios que utilizan el edificio.
- Falta de Seguridad Industrial e Higiene Laboral.
- Falta de detectores de humo.
- Carencia de señalética y rutas de escape.
- Falta de lámparas de emergencia en caso de falta de energía eléctrica.

3.4 Análisis de riesgos en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento

El edificio cuenta con dos niveles de infraestructura el cual obliga a tener pasillos, corredores, escalones para la movilización entre niveles dadas estas circunstancias se convierte en imprescindible la utilización de pasamanos tal y como lo determina la norma NTE INEN 2244:00 (ver ANEXO D) y la NTE INEN 2247:00 (ver ANEXO E), esto es con

el fin de evitar resbalamientos y caídas a desnivel que posteriormente ocasionen problemas en la salud de los ocupantes y usuarios del edificio. Pero este aspecto es obviado en el edificio por lo que se convierte en un riesgo potencial para los usuarios del edificio, es así que en este estudio se tomará muy en cuenta este aspecto con el fin de evitar posibles desgracias a futuro.

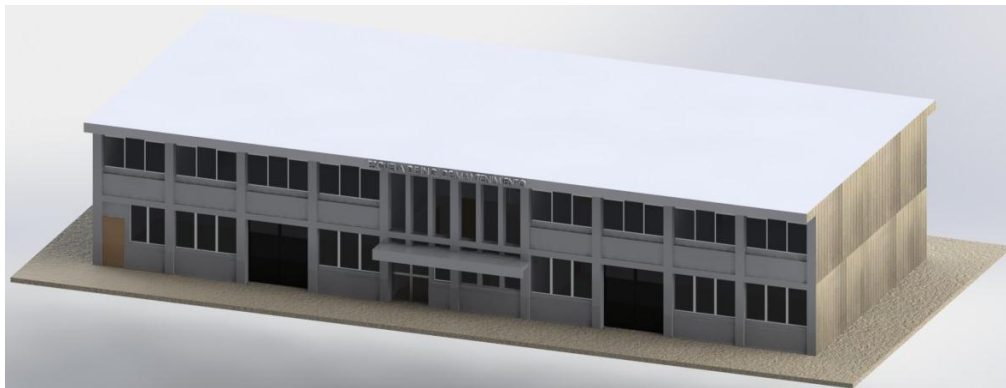
CAPÍTULO IV

4 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE *LABVIEW* EN EDIFICIOS INTELIGENTES EN LA FACULTAD DE MECÁNICA

4.1 Presentación de un prototipo del edificio

Para la presentación del edificio de la escuela de Ingeniería de Mantenimiento se elaboró una modelación y simulación mediante el software AE con el cual se puede analizar de mejor manera las partes componentes del edificio donde se puede ver su diseño arquitectónico del edificio de mantenimiento donde se va centrar el estudio e implementación.

Figura 32. Edificio de Ingeniería de Mantenimiento visualizado en AE.



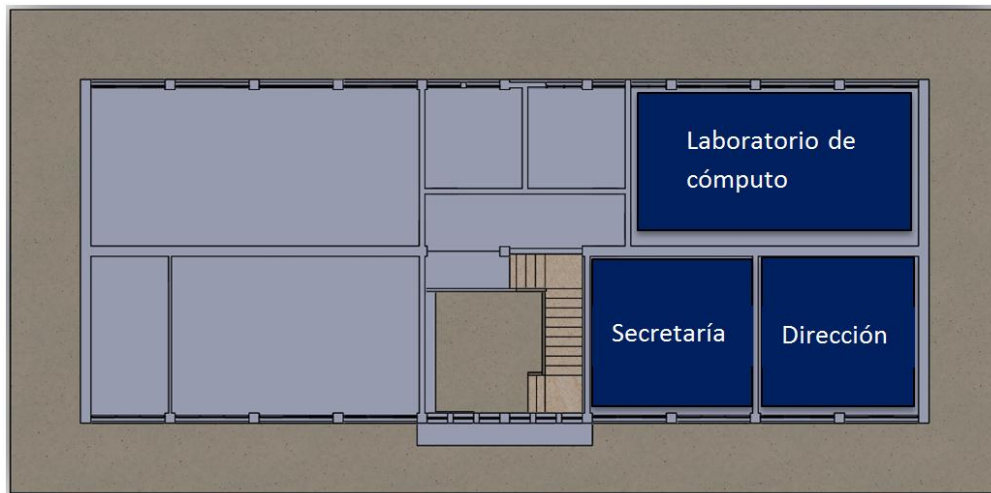
Fuente: Autores

Figura 33. Planta baja del edificio de Ingeniería de Mantenimiento



Fuente: Autores

Figura 34. Planta alta del edificio de Ingeniería de Mantenimiento



Fuente: Autores

4.2 Análisis y especificaciones relacionados al software *LabVIEW*

4.2.1 Análisis del porqué el uso del software *LabVIEW*. El uso del software *LabVIEW* se decidió por los siguientes aspectos:

- Facilidad de la programación ya que se realiza mediante programación gráfica.
- Facilidad de adquisición del software por medio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.
- La programación es global y recoge más variables de proceso lo cual le convierte en un lenguaje de programación solvente y sólido para todo tipo de trabajos.
- Su amplia gama de posibilidades de utilización lo vuelve muy versátil.
- Facilidad de aprendizaje por contar con un docente experto en la programación en este lenguaje.
- Facilidad de información y usabilidad del software por los usuarios.
- Se utiliza *LabVIEW* porque permite la generación de reportes con el fin de conocer los usuarios que ocupan un determinado programa.

4.2.2 Especificaciones del software LabVIEW. A continuación se muestra en la tabla 1 los requisitos mínimos de una computadora necesaria para la instalación de *LabVIEW*:

Tabla 1. Requisitos para la instalación de *LabVIEW*

Windows		
	Run-Time Engine	Entorno de Desarrollo
Procesador	Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente	Pentium 4/M o equivalente
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
Sistema Operativo	Windows 7/Vista (32 bits y 64 bits) Windows XP SP3 (32 bits) Windows Server 2003 R2 (32 bits) Windows Server 2008 R2 (64 bits)	Windows 7/Vista (32 bits y 64 bits) Windows XP SP3 (32 bits) Windows Server 2003 R2 (32 bits) Windows Server 2008 R2 (64 bits)
Espacio en Disco	353 MB	3.67 GB (incluye controladores predeterminados del DVD)
Mac OS X		
	Run-Time Engine	Entorno de Desarrollo
Procesador	Procesador basado en Intel	Procesador basado en Intel
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
Sistema Operativo	Mac OS X 10.5, 10.6 o 10.7	Mac OS X 10.5, 10.6 o 10.7
Espacio en Disco	563 MB	1.2 GB para la instalación completa
Linux		
	Run-Time Engine	Entorno de Desarrollo
Procesador	Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente	Pentium 4/M o equivalente
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
Sistema Operativo	Linux kernel 2.2.x, 2.4.x, 2.6.x o 3.x para la arquitectura Intel x86, GNU C Library (glibc) Versión 2.4.4 o posterior	Red Hat Enterprise Linux Desktop + Workstation 5 o posterior, open SUSE 11.4 o posterior o Scientific Linux 6 o posterior
Espacio en Disco	115 MB	1.1 GB para la instalación completa (excluyendo controladores)

Fuente: National Instruments

4.3 Lista de los equipos necesarios para la implementación

A continuación se muestra la tabla con los equipos necesarios para la implementación:

Tabla 2. Lista de requerimientos para la implementación

Cant.	Descripción
4	Cámaras tipo domo para interiores RS35
1	Cámara tipo domo anti vandálica ext. RS38A
1	Cámara night owl
1	Tarjeta DVR 16 cámaras.
1	Micrófono para cámara
7	Adaptadores de poder
7	Balun UTP amplificador
1	Señalética
4	Lámpara de emergencia
1	Alarma DSC 585
2	Extintores 10 lb de P.Q.S.
2	Infrarrojos PIR 12m
7	Detectores de humo
100m	Cable tipo UTP
50m	Cable tipo 2 # 16
8	Tomacorrientes tipo 1 Ticino
1	Cable de 2RCA a 3,5 estéreo
2	Botoneras tipo industrial
100	Terminales para PLCs
6	Borneras
1	Antena de TV.
2	Enchufes anti cortocircuito
5	Sacos de Cemento
1	Bondex
1	Barniz para pisos y puertas
1 lt.	Thiner
25	Canaletas de 2m x 0,02m
15m	Tubo redondo para pasamanos
2lb	Electrodos E-6013
1 lt	Pintura color platino
1	Kit de elementos electrónicos

Fuente: Autores

4.4 Aplicación con el software *LabVIEW*

4.4.1 Desarrollo de los paneles frontales y diagramas de bloques

4.4.1.1 Panel inicial. En esta parte hablaremos del panel frontal que es donde se muestra la parte inicial del programa de monitoreo y control del edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento donde se realizará la validación de usuarios y contraseñas que serán entregadas a las autoridades de la Escuela de Ingeniería Mantenimiento que tendrán acceso al sistema antes mencionado.

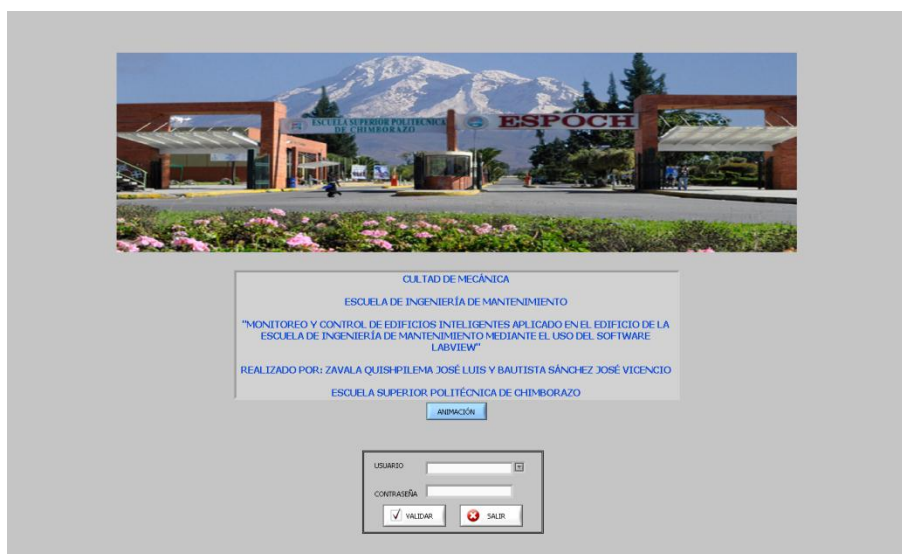
En sí el panel frontal es fácil de manejar ya que posee un combo box donde están los usuarios previamente establecidos, un string de texto y números previamente validados para que los caracteres ingresados aparezcan en tipo password y sean confidenciales, dos boolean botton con uno de ellos validamos usuario y contraseña; el otro botton es SALIR con el cual se cerrará el programa de monitoreo y control del edificio.

Adicional a los elementos antes mencionados tenemos una animación haciendo referencia a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la Facultad de Mecánica, la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, el tema de proyecto de tesis y los autores.

A continuación se muestra paso a paso la utilización del panel frontal inicial:

Paso 1: hacer RUN el programa denominado BZ2013, haciendo clic en el acceso directo con el mismo nombre y aparecerá la siguiente pantalla.

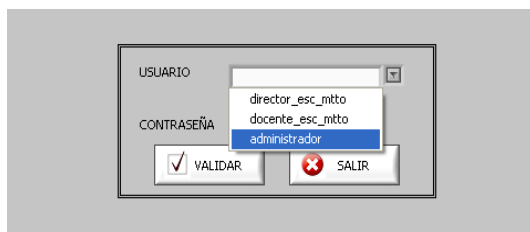
Figura 35. Panel inicial del programa BZ2013



Fuente: Autores

Paso 2: dirigirse al cuadro inferior donde se seleccionará el usuario en el combo box como se muestra en la figura 36.

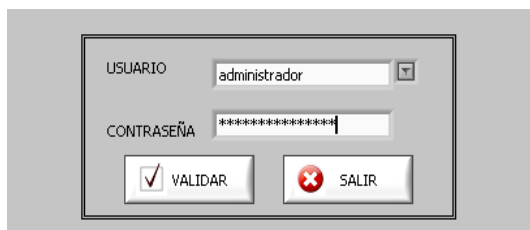
Figura 36. Combo Box de selección de usuario del programa BZ2013



Fuente: Autores

Paso 3: ingresar la contraseña proporcionada por el administrador, este paso será individual ya que cada usuario posee su contraseña.

Figura 37. Ingreso de contraseña en el programa BZ2013



Fuente: Autores

Paso 4: validar el usuario y la contraseña haciendo clic en el boton VALIDAR.

Figura 38. Validación Usuario y contraseña en el programa BZ2013



Fuente: Autores

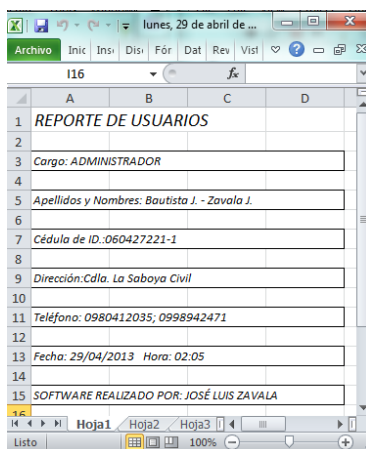
Con el correcto uso de los pasos antes mencionados usted habrá pasado al siguiente panel frontal denominado ÍTEMS. Los usuarios pueden salir del sistema haciendo clic en el boton SALIR cuando ya no deseen estar en la aplicación del programa BZ2013.

Al haber hecho la validación correspondiente a cada usuario paralelamente se generará un reporte de ingreso el cual será almacenado en una carpeta que solo tendrá acceso el administrador, este reporte se lo genera en formato xls que es la extensión de Excel, se

consideró conveniente la utilización de este formato por ser el que menos espacio de memoria física ocupaba dentro del computador después de haber hecho las pruebas; pero se puede considerar a futuro la creación de reportes en formato HTML que es mediante la utilización de páginas web con una URL establecida por el administrador y con la conexión ininterrumpida al internet.

A continuación se muestra en la figura 39 el tipo de reporte:

Figura 39. Reporte que genera el programa BZ2013

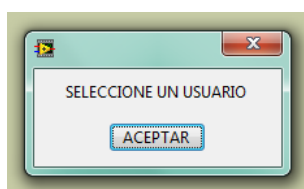


	A	B	C	D
1	REPORTE DE USUARIOS			
2				
3	Cargo: ADMINISTRADOR			
4				
5	Apellidos y Nombres: Bautista J. - Zavala J.			
6				
7	Cédula de ID: 060427221-1			
8				
9	Dirección: Cda. La Saboya Civil			
10				
11	Teléfono: 0980412035; 0998942471			
12				
13	Fecha: 29/04/2013 Hora: 02:05			
14				
15	SOFTWARE REALIZADO POR: JOSÉ LUIS ZAVALA			

Fuente: Autores

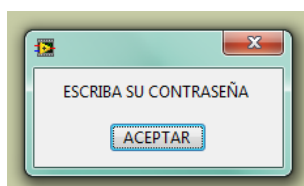
En caso de no seguir los pasos antes mencionados el programa generará cuadros de dialogo avisando del error que se está cometiendo como se muestran en las figuras 40 y 41.

Figura 40. Reporte que genera el programa BZ2013



Fuente: Autores

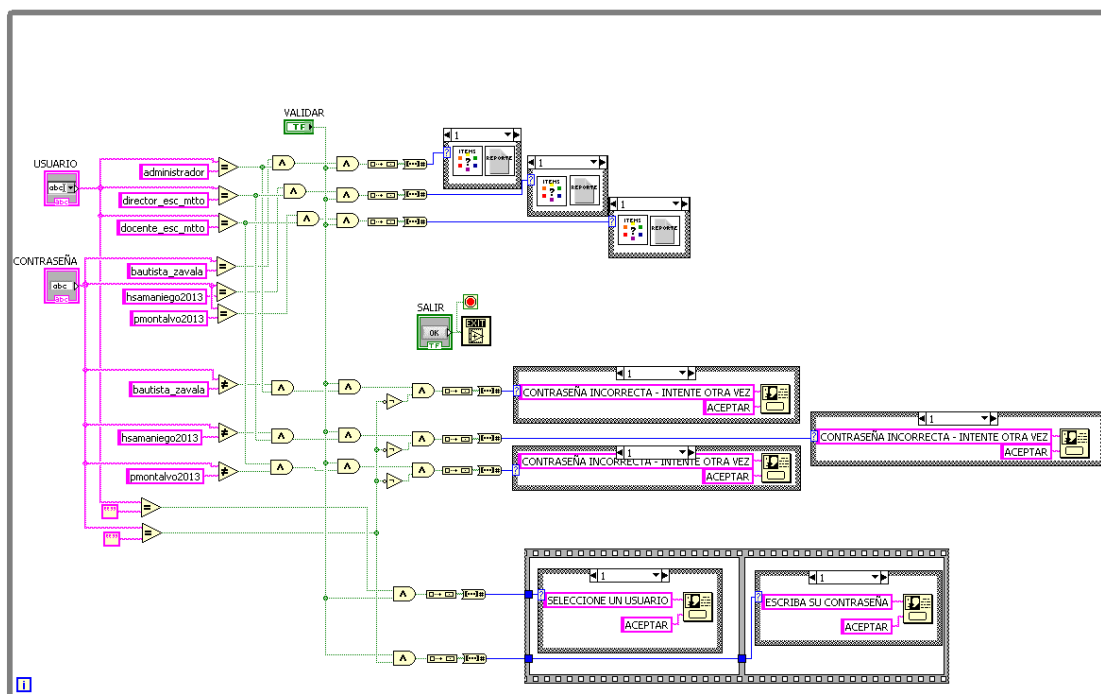
Figura 41 Reporte que genera el programa BZ2013



Fuente: Autores

4.4.1.2 Diagrama de bloques. En esta sección se detalla todo en cuanto respecta a la programación del programa para lo cual la figura 42 que se muestra a continuación es muy útil para mostrar todos los elementos necesarios para la programación del BZ2013.

Figura 42. Diagrama de bloques de la programación del BZ2013



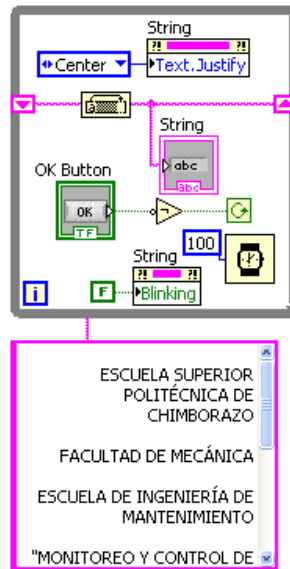
Fuente: Autores

De lo mostrado anteriormente se puede decir que la programación está realizada mediante la lógica booleana es decir en verdadero y falso, además de ello se ocupa las comparaciones de texto; en caso de existir errores en usuario y contraseña el software dará a conocer en el panel frontal con un aviso según sea el caso; adicional a esto se utilizan estructuras Case y Flat Sequence para poder restringir cada uno de los procesos.

El Case toma la función de ser el vínculo entre pasar al siguiente proceso o no pasar de proceso y el Flat Sequence restringe en caso de haber errores en usuario, contraseña y usuario más la contraseña.

Un aspecto para resaltar es la presentación del panel frontal con una animación del texto mediante un blinking y un rotate string que mostramos a continuación en la figura 43:

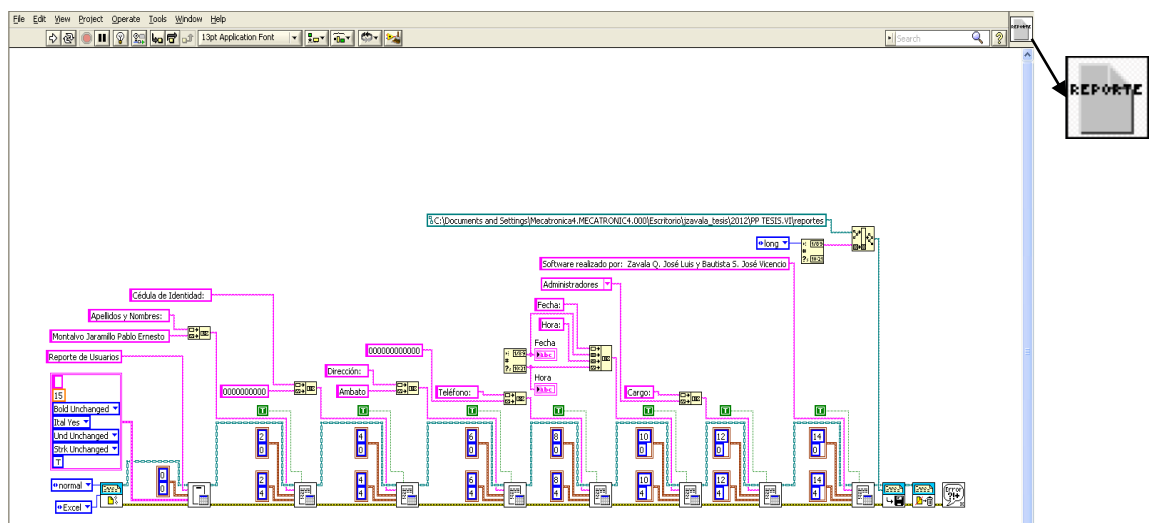
Figura 43. Diagrama de bloques de la programación que rota el texto



Fuente: Autores

Adicional a las herramientas convencionalmente usadas también se aplicó subVIs, el objetivo de usar este tipo de etiqueta se hace con el fin de reducir el tamaño del diagrama de bloques por el hecho de ser algo repetitivo ocupando más espacio, lo cual dificulta la programación y la mejor visualización de todos los componentes de la programación. A continuación en la figura 44 se muestra la programación en el diagrama de bloques de los reportes con su respectivo Icono.

Figura 44. Diagrama de bloques de la programación del subVI reportes



Fuente: Autores

4.4.1.3 Panel de ÍTEMS. Este panel frontal o VI iniciará el programa de monitoreo y control, este VI será que vincule a todos los otros subVI necesarios para el monitoreo y control, estos paneles son:

- PLANO GENERAL
- CÁMARAS
- DETECTORES DE HUMO
- PUERTAS DE ACCESO Y WI-FI

Este VI será un VI Padre que vinculará distintos subVIs, este panel frontal consta de 4 buttons que funcionan como accesos directos a cada subVI antes mencionado, posee también un boton CERRAR que como su nombre lo indica cerrará el programa y para volverlo a iniciar deberá inicializar desde el acceso directo y validar usuario y contraseña como en los pasos antes mencionados.

A continuación en la figura 45 se muestra el panel frontal de la selección de ÍTEMS:

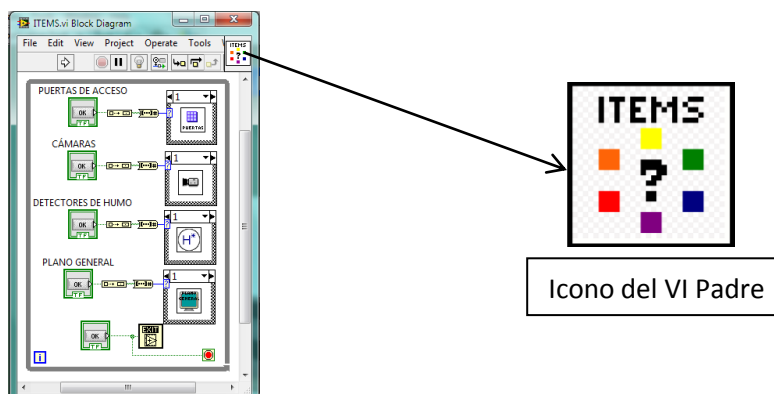
Figura 45. Panel frontal de la consola de monitoreo y control



Fuente: Autores

Como es conocido a cada panel frontal le corresponde un diagrama de bloques a continuación en la figura 46 se muestra la programación de este VI, cabe recalcar que se maneja el mismo criterio en la utilización de subVIs, esto es muy necesario porque reduce considerablemente la programación, visualización y vinculación entre ventanas.

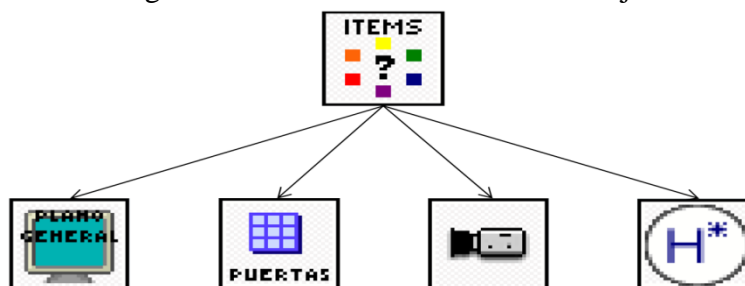
Figura 46. Diagrama de bloques de la consola de monitoreo y control



Fuente: Autores

Para hacer fácil la comprensión del formato de tramas Padre-Hijo o Maestro-Esclavo a continuación en la figura 47 se muestra como están vinculados cada uno de los VIs y subVIs que están dentro del diagrama de bloques. El significado de esta trama es dar a conocer que si el VI Padre es cerrado, automáticamente se cerraran el resto de ventanas dependientes.

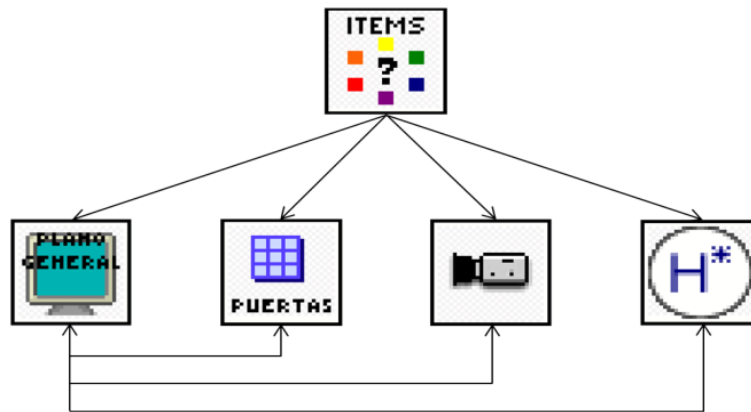
Figura 47. Formato de tramas Padre-Hijo



Fuente: Autores

Algo importante dentro del formato de tramas Padre-Hijo es que el subVI “PLANO GENERAL” tiene vinculación con los demás subVIs en tramas recíprocas es decir si se cierra el panel frontal ÍTEMS se cerrarán todos los subVIs que lo contienen y si solo se cierra el subVI plano general, puertas, cámaras y detectores de humo regresarán al panel ÍTEMS, a continuación en la figura 48 se muestra la forma en la que interactúan los paneles frontales:

Figura 48. Formato de tramas Padre-Hijo y su interrelación



Fuente: Autores

4.4.1.4 Panel plano general. En este panel se muestra los indicadores de estado de los distintos componentes implantados en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, es decir mostrará el estado de todos los elementos que son parte de los activos físicos usados para el monitoreo y control.

La programación se basa en la presentación de indicadores de tipo booleano que reciben la señal física de cada sensor y con la ayuda del puerto paralelo cambiamos el tipo de señal analógica a digital con la cual el software *LabVIEW* adquiere la señal con la ayuda del subVI port tipo 889, este subVI realiza la vinculación entre el puerto paralelo y el software *LabVIEW*. A continuación se muestran los pasos a seguir para la correcta utilización del panel Plano General:

Paso 1: Dar clic en el botón PLANO GENERAL.

Figura 49. Botón plano general



Fuente: Autores

Paso 2: Luego se visualiza el panel Plano General como lo muestra a continuación:

Figura 50. Panel plano general



Fuente: Autores

Paso 3: Habilitamos el toggle visualización que hace el interfaz entre LabVIEW y el programa DVR, luego aparece un cuadro de dialogo que pide usuario y contraseña para poder acceder como se muestra a continuación:

Figura 51. Panel plano general con el cuadro de dialogo previa a la visualización



Fuente: Autores

En este punto debemos insertar el usuario y la contraseña como muestra a continuación:

Figura 52. Panel plano general con el cuadro de dialogo previa a la visualización



Fuente: Autores

Después de este proceso de seguridad el programa inicia y se abren las cámaras instaladas como se muestra a continuación.

Figura 53. Panel plano general con la visualización de las 16 cámaras



Fuente: Autores

Como se puede observar en la figura anterior el programa de las cámaras se inicia con el número total de entradas de video, esto es porque la tarjeta instalada tiene la capacidad de

habilitar 16 cámaras de las cuales se ocupa 6 entradas de video según las zonas críticas del edificio.

Para mejorar la visión de las cámaras se puede cambiar la configuración de estas como se muestra en la figura 54.

Figura 54. Panel plano general con la visualización de las cámaras y sus menús



Fuente: Autores

Para que aparezca este submenú se debe dar clic derecho sobre el panel de las cámaras y seleccionar el número de cámaras que el usuario desea visualizar como se muestra a continuación en la figura 55.

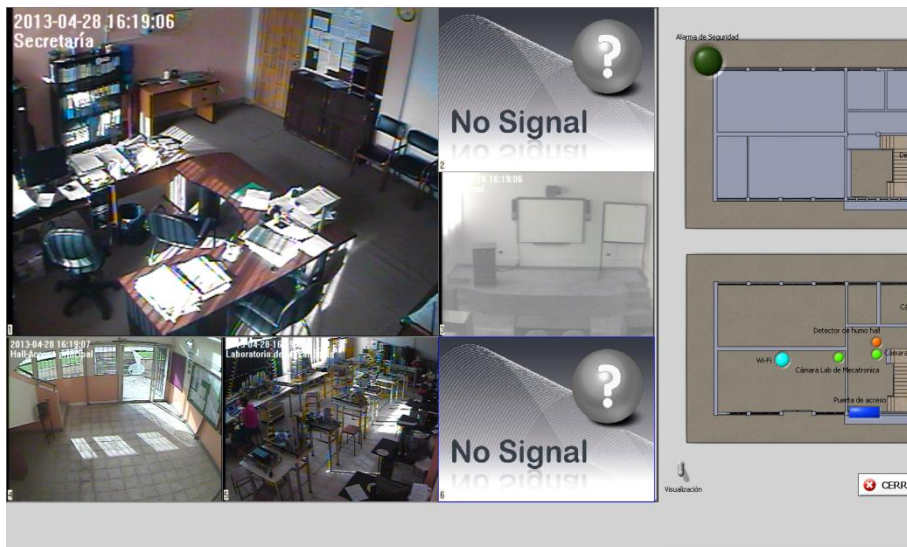
Figura 55. Panel plano general con la visualización de las 6 cámaras



Fuente: Autores

Para mejorar la visión de este panel también se puede seleccionar Full Screen Switch con el cual se puede ocultar los menús del programa DVR, como se muestra en la figura 56.

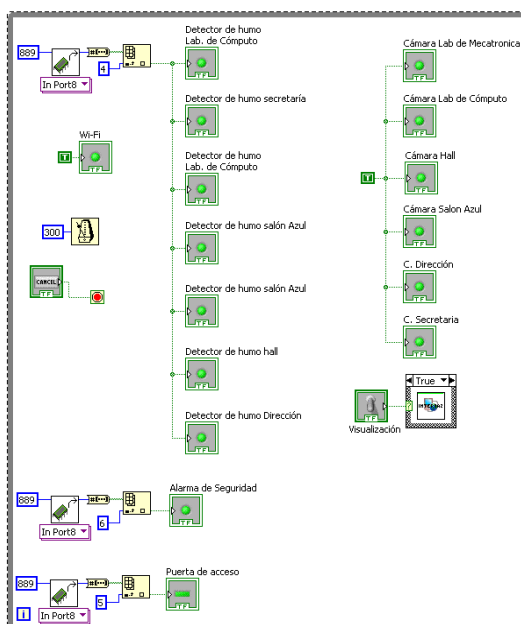
Figura 56 Panel plano general con la visualización de las 6 cámaras sin menús



Fuente: Autores

Lo anteriormente mencionado es lo concerniente a la parte visible del programa, pero como la programación de *LabVIEW* es en 2 paneles a continuación se muestra el diagrama de bloques de la programación del Plano General en la figura 57.

Figura 57 Diagrama de bloques del plano general



Fuente: Autores

En la figura anterior se muestra la utilización de indicadores de estado que son activados con la ayuda de un toggle, también se muestra el subVI In Port8 con estado 889 que es el necesarios para la adquisición de información y datos físicos (electricidad) y para la vinculación de las cámaras en cambio se utiliza un Case que en el interior posee un subVI que hace el interfaz de ejecución cuando la señal recibida es True (Verdadera) y en caso de ser False (Falso) no existe ningún cambio en el estado del subVI.

4.4.1.5 Panel cámaras de vigilancia. En este panel se puede observar las distintas zonas donde están colocadas las cámaras implantadas en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, es decir, se podrá visualizar en tiempo real a los usuarios del edificio según en la zona donde se encuentren, cabe recalcar que estas cámaras son parte de los activos físicos usados para el monitoreo y vigilancia.

La programación se basa en un interfaz ejecutable entre *LabVIEW* y el programa DVR, a continuación se muestran los pasos a seguir para la correcta utilización del panel Cámaras:

Paso 1: Dar clic en el botón CÁMARAS, ver figura 58.

Figura 58. Botón cámaras



Fuente: Autores

Paso 2: Luego se visualiza el panel Cámaras como lo muestra la figura 59.

Figura 59. Panel cámaras



Fuente: Autores

Paso 3: Para visualizar las imágenes de las cámaras instaladas habilitamos el toggle visualización cámaras, pero luego de activarlas aparece un cuadro de dialogo que pide usuario y contraseña para poder acceder a las cámaras como se muestra en la figura 60.

Figura 60. Panel cámaras con el cuadro de dialogo de usuario y contraseña



Fuente: Autores

En este punto se debe insertar el usuario y la contraseña como muestra en la figura 61.

Figura 61. Panel cámaras con el cuadro de dialogo previa a la visualización



Fuente: Autores

Después de este proceso de seguridad el programa hace un interfaz ejecutable para abrir las cámaras instaladas como se muestra a continuación en la figura 62.

Figura 62. Panel cámaras con la visualización de las 16 canales



Fuente: Autores

Como se puede observar en la figura anterior el programa de las cámaras se inicia con el número total de entradas de video, esto es porque la tarjeta instalada tiene la capacidad de habilitar 16 cámaras de las cuales se ocupa 6 entradas de video estas zonas han sido establecidas por un estudio previo al entorno del edificio según sus zonas críticas. Para mejorar la visión de las cámaras se puede cambiar la configuración de estas como se muestra en la figura 63.

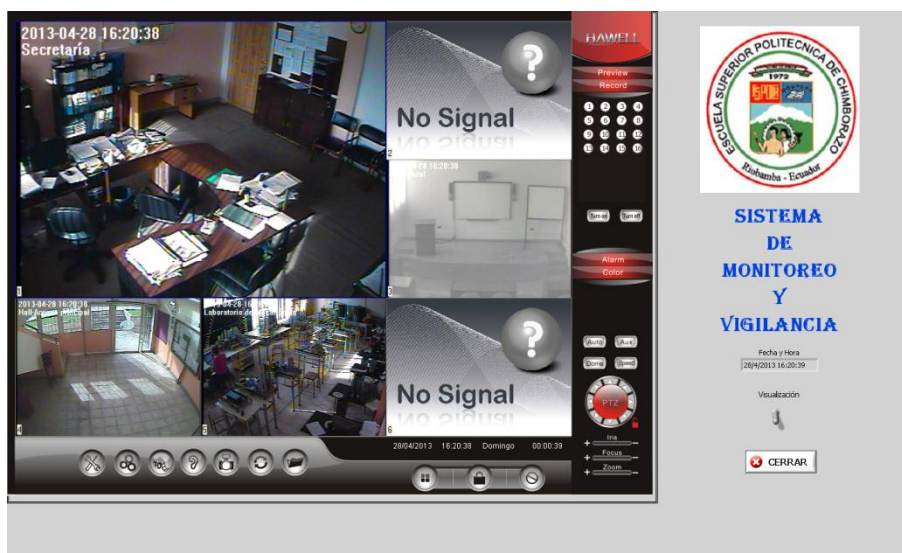
Figura 63. Panel cámaras y sus menús



Fuente: Autores

Para que aparezca este submenú se debe dar clic derecho sobre el panel de las cámaras y seleccionar el número de cámaras que el usuario desea visualizar como se muestra a continuación.

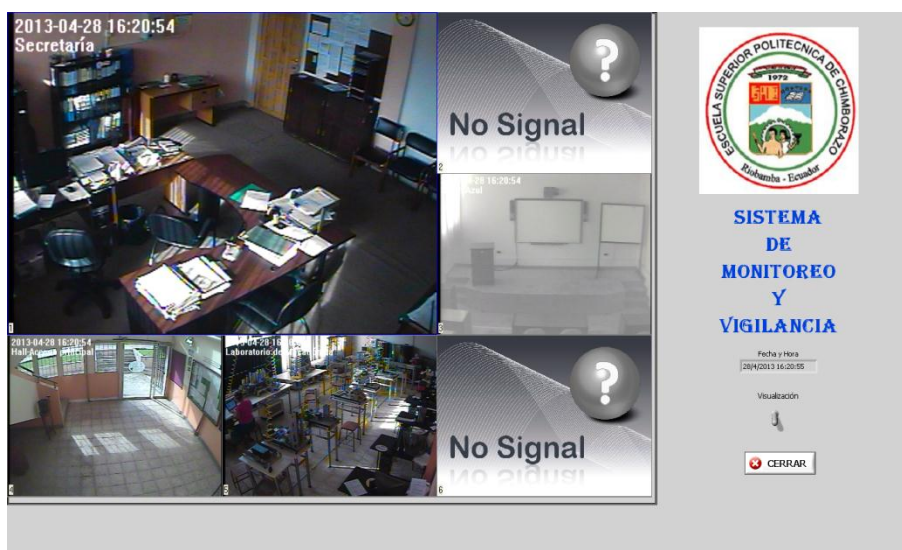
Figura 64. Panel cámaras con la visualización de las 6 cámaras



Fuente: Autores

Para mejorar la visión de este panel también se puede seleccionar Full Screen Switch con el cual se puede ocultar los menús del programa DVR, como se muestra a continuación.

Figura 65. Panel cámaras con la visualización de las 6 cámaras sin menús



Fuente: Autores

El sistema de cámaras tiene un menú de programación independiente a *LabVIEW*, en el cual se pueden cambiar atributos de las cámaras como se muestra a continuación:

Figura 66. Panel cámaras con los menús



Fuente: Autores

En la parte inferior de la ventana del panel cámaras se encuentran los menús, si damos clic en el botón herramientas, se puede acceder al menú que se muestra a continuación.

Figura 67. Menú Preview Options



Fuente: Autores

En este menú se puede cambiar el nombre de las cámaras instaladas, seleccionar si se desea mostrar la fecha y la hora, se puede seleccionar la posición del texto y el tipo de letra que se desea mostrar.

A continuación en la figura 68, se muestra en menú Record Options en donde se puede seleccionar la calidad del video, seleccionar en que disco guardar los videos adquiridos y seleccionar el rango de reproducción.

Figura 68. Menú Record Options

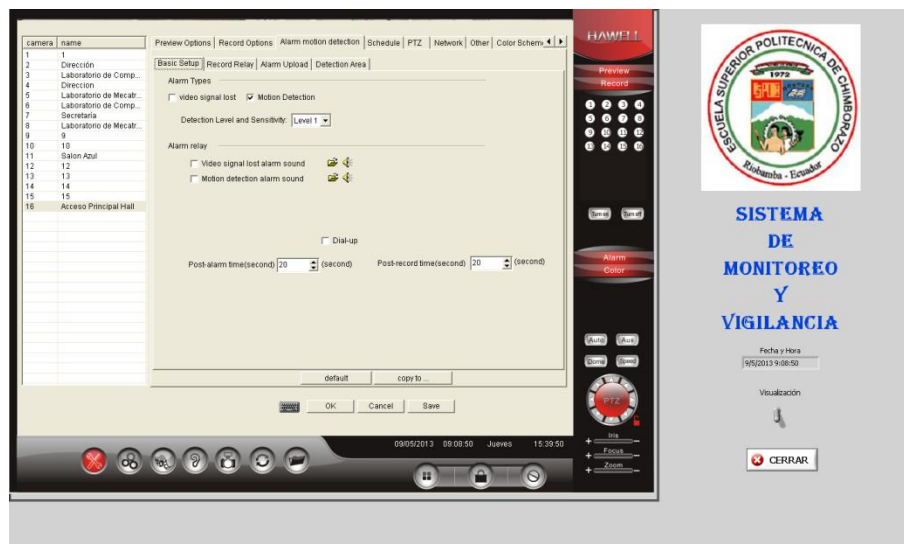


Fuente: Autores

En la siguiente pestaña se muestra el menú Alarm Motion detection en el cual consta de 4 submenús donde se detalla el tipo de alarmas que se pueden activar cuando se esté grabando.

a) Basic Setup.- aquí se puede seleccionar el tipo de alarma básica que se ha de instalar en la programación del software DVR.

Figura 69. Menú Basic Setup



Fuente: Autores

b) Record Replay.- en este menú se selecciona la zona o cámara donde se va a colocar la alarma, en nuestro caso van marcadas la 6 zonas donde están ubicadas las cámaras con el fin de tener un mayor control dentro del edificio.

Figura 70. Menú Record Replay



Fuente: Autores

c) Alarm Upload. - en este menú se coloca un número telefónico al cual el programa llamara en caso de activarse una alarma.

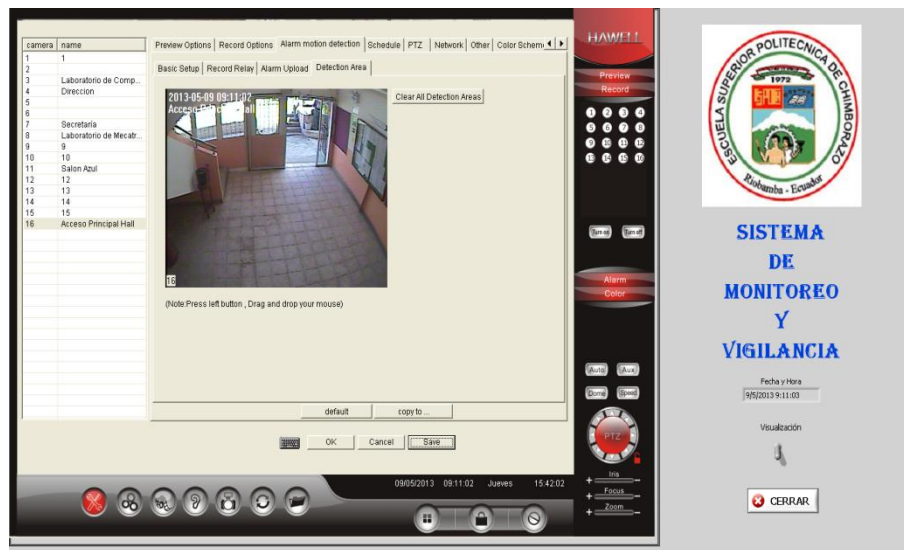
Figura 71. Menú Alarm Upload



Fuente: Autores

d) Detection Area.- en este menú se borra todas las alarmas que hayan sido puestas.

Figura 72. Menú Detection Area



Fuente: Autores

Ahora el siguiente menú es el Schedule, en este se colocan el intervalo en el cual se desea realizar la grabación.

Figura 73. Menú Schedule



Fuente: Autores

La programación se realizara día a día, es decir el usuario del programa puede establecer el intervalo a grabar, como se muestra a continuación con un ejemplo.

Figura 74. Menú Schedule



Fuente: Autores

De lo mostrado anteriormente se puede decir que el programa da versatilidad en cuestión de programar tiempos de grabación por lo que se puede hacer una planificación de lo que se desea grabar y de lo que no se desea grabar.

A continuación se encuentra el menú PTZ, en este se establece el tipo de comunicación que tiene la cámara con la computadora y esto se establece solo por default al momento de instalar la tarjeta DVR.

Figura 75. Menú PTZ



Fuente: Autores

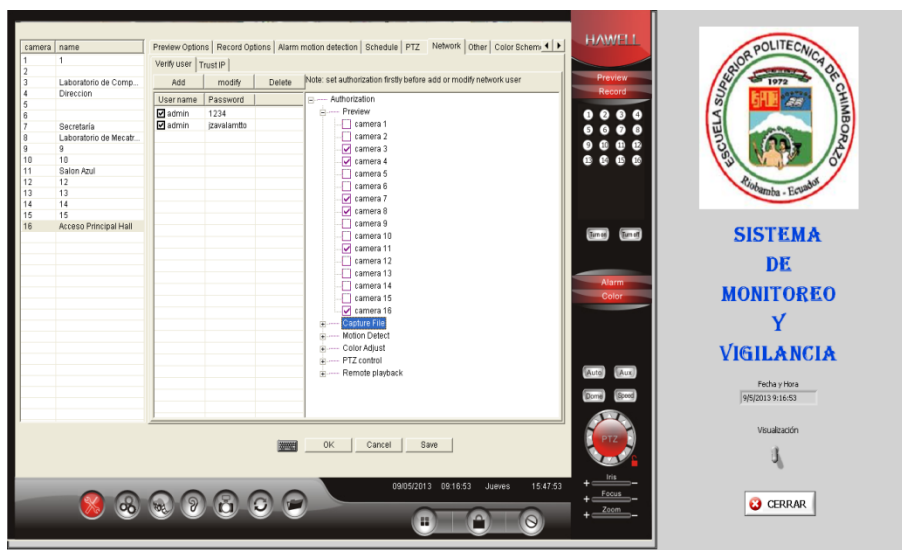
Otro menú es el Network en este se puede ingresar usuarios y contraseñas para poder abrir el programa DVR, también en este menú se pueden seleccionar las cámaras que desea visualizar en las grabaciones del Remote playback como se muestra en las figuras 76 y 77.

Figura 76. Menú Network



Fuente: Autores

Figura 77. Menú Network

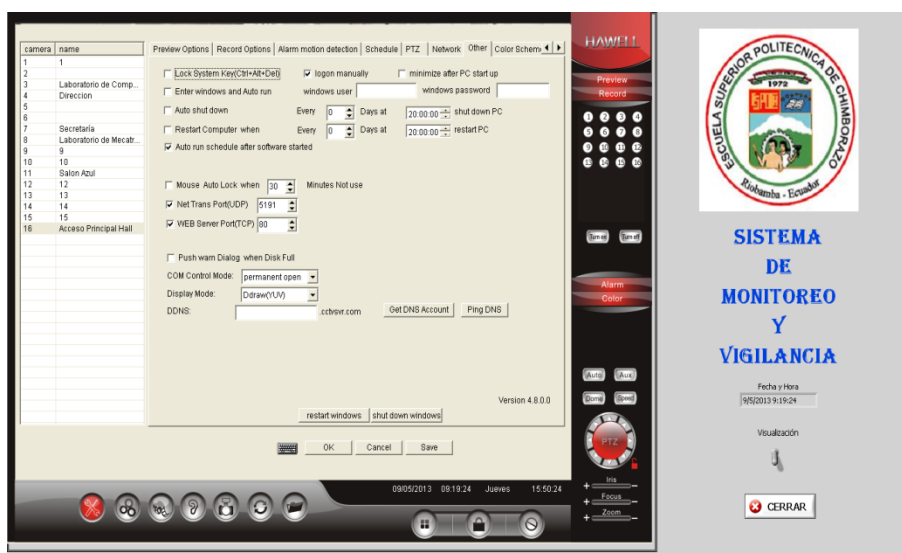


Fuente: Autores

El siguiente menú es Other, el cual posee funciones adicionales como:

- a) Que el programa se inicie al encender la PC.
- b) Bloquear el sistema manualmente y automáticamente,
- c) Restaurar la computadora después de un tiempo estimado.
- d) Bloquear el mouse.
- e) Cambiar el DNS.

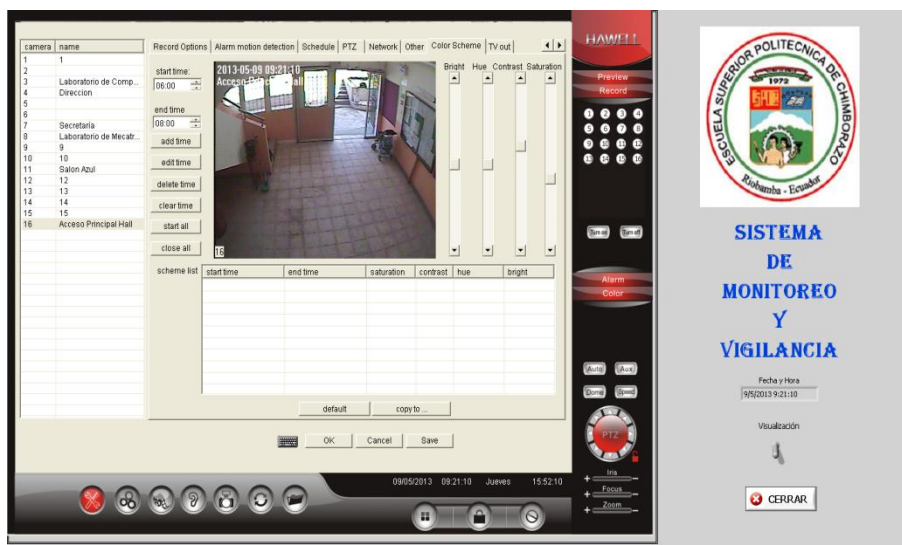
Figura 78. Menú Others



Fuente: Autores

El menú siguiente es el Color Scheme, aquí es donde se puede modificar el contraste, brillo, saturación y otros parámetros de la calidad de la imagen. Para una mejor visualización y mayor detalle en las imágenes hemos cambiado parámetros, según el lugar donde se encuentran las cámaras ya sea por efectos de luminosidad y falta de iluminación, ya que estos factores deterioraban la calidad de la imagen.

Figura 79. Menú Color Scheme



Fuente: Autores

En este menú TV out, se muestra las salidas de TV que están habilitadas para una reproducción en una televisión, estas salidas se pueden habilitar en caso de que se desee habilitar una televisión para visualizar lo que ocurre dentro del edificio.

Figura 80. Menú TV out



Fuente: Autores

El sistema de cámaras puede también funcionar sin el interfaz de *LabVIEW* dando clic en el acceso directo de cámaras en el escritorio de la computadora. Al finalizar el programa de cámaras se necesita que el usuario ingrese su contraseña con el fin de evitar a manipulación

por personal extraño a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento. A continuación se muestra el proceso que seguirá el programa al cierre en las figuras 81 y 82.

Figura 81. Panel cámaras con la visualización del cuadro de dialogo de cerrar el programa



Fuente: Autores

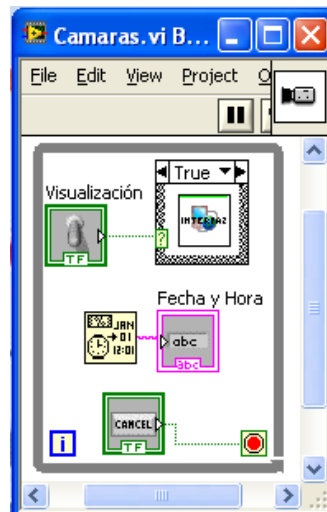
Figura 82. Panel cámaras con el cuadro de dialogo de usuario y contraseña



Fuente: Autores

Lo anteriormente mencionado es lo concerniente a la parte visible del programa, por lo que a continuación se muestra en la figura 83 el diagrama de bloques de la programación del panel cámaras.

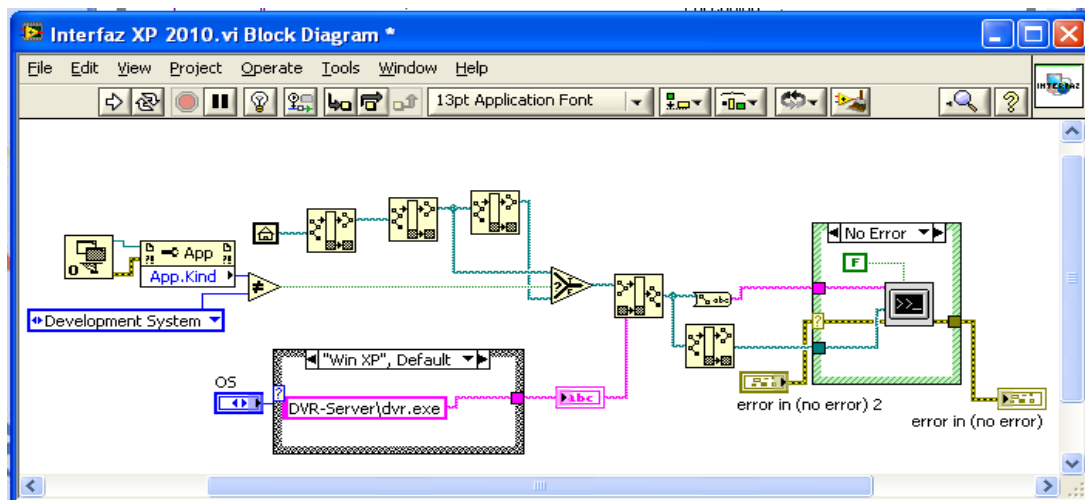
Figura 83. Diagrama de bloques del panel CÁMARAS



Fuente: Autores

En la figura anterior se muestra la utilización de un Case que en el interior posee un subVI denominado Interfaz XP, este subVI es el que me permite acceder a la conexión entre el software *LabVIEW* y el programa DVR propio de las cámaras, a continuación en la figura 84 se muestran los componentes que conforman el subVI Interfaz XP.

Figura 84. Diagrama de bloques del Interfaz XP



Fuente: Autores

Estos componentes son los que permiten la asociación de los dos programas, cabe recalcar que se puede utilizar este mismo diagrama para vincular con otros programas tan solo con cambiar la dirección que se encuentra en la constante tipo string que forma parte del Case.

4.4.1.6 Panel alarma y detectores de humo. En este panel se puede observar las distintas zonas donde están colocados los detectores de humo implantados en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, es decir, se podrá visualizar en tiempo real el estado de los detectores de humo del edificio según en la zona donde se encuentren, cabe recalcar que estos detectores de humo son parte de los activos físicos usados para el monitoreo, control y vigilancia.

La programación se basa en un subVI In Port8 tipo 889, que recibe la señal desde el detector de humo y este actuador generara un voltaje que lo transmite a través de una tarjeta de transformación de señal analógica a una señal digital para que así el puerto paralelo pueda recibir esta señal y poderla vincular a el software *LabVIEW*, a continuación se muestran los pasos a seguir para la correcta utilización del panel Detectores de humo:

Paso 1: Dar clic en el botón DETECTORES DE HUMO Y ALARMA, ver figura 85.

Figura 85. Botón detectores de humo y alarma



Fuente: Autores

Paso 2: Luego se visualiza el panel Detectores de humo como lo muestra la figura 86.

Figura 86. Panel detectores de humo

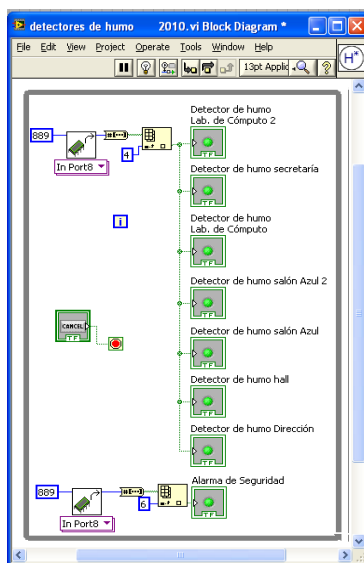


Fuente: Autores

La visualización en este panel es directa, es decir, no necesita interacción por la persona que maneja el software BZ2013, ya que las señales enviadas por los actuadores las recibirá

la tarjeta de adquisición de datos que posteriormente enviará una nueva señal digital a través del puerto paralelo, a esta señal la tomamos con un subVI denominado In Port8 tipo 889, que adquiere señales del puerto paralelo y las vincula con *LabVIEW* como se muestra a continuación en la figura 87.

Figura 87. Diagrama de bloques del panel detectores de humo



Fuente: Autores

En la figura anterior se muestra la utilización de un While loop que en el interior posee indicadores de estado, cada uno de ellos representan los detectores que están activos dentro del edificio, este subVI es compuesto también por el subVI In Port8 tipo 889, que es el que me permite tomar la señal para vincular la variable física de voltaje con el software *LabVIEW*.

4.4.1.7 Panel de la puerta de acceso y Wi-Fi En este panel se puede observar las zonas donde están colocados tanto la puerta automática y la antena emisora de señal inalámbrica de internet implantados en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, es decir, se podrá visualizar en tiempo real el estado de la puerta de acceso del edificio y controlar la emisión de señal de internet, cabe recalcar que estos elementos son parte de los activos físicos usados para el monitoreo, control y vigilancia.

La programación se basa en un subVI In Port8 tipo 889, que recibe la señal desde el sensor de movimiento, este actuador generara un voltaje que lo transmite a través de una tarjeta de transformación de señal analógica a una señal digital para que así el puerto paralelo pueda

recibir esta señal y poderla vincular a el software LabVIEW, el router inalámbrico de internet en cambio estará conectado directamente y solo podremos controlar la emisión de señal, a continuación se muestran los pasos a seguir para la correcta utilización del panel Puertas de acceso y zona Wi-Fi:

Paso 1: Dar clic en el botón, Puertas de acceso ver figura 88.

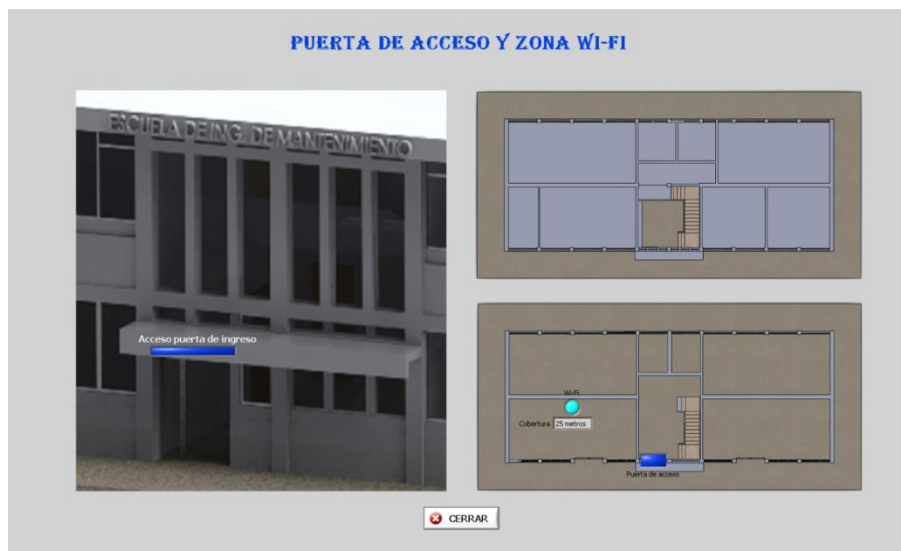
Figura 88. Botón puertas de acceso



Fuente: Autores

Paso 2: Luego se visualiza el panel Puerta de acceso y zona Wi-Fi como lo muestra la figura 89.

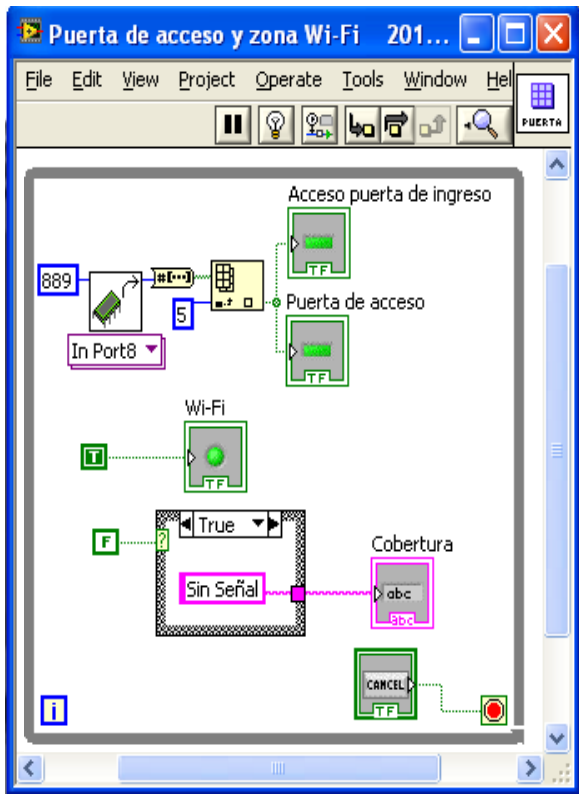
Figura 89. Panel Puerta de acceso y zona Wi-Fi



Fuente: Autores

La utilización en este panel es directa, es decir, no necesita interacción por la persona que maneja el software BZ2013, ya que las señales enviadas por los actuadores las recibirá la tarjeta de adquisición de datos que posteriormente enviará una nueva señal digital a través del puerto paralelo, a esta señal la tomamos con un subVI denominado In Port8 tipo 889, que adquiere señales del puerto paralelo y las vincula con *LabVIEW* como se muestra a continuación en la figura 90.

Figura 90. Diagrama de bloques del panel Puerta de acceso y zona Wi-Fi



Fuente: Autores

En la figura anterior se muestra la utilización de un While loop que en el interior posee indicadores de estado, cada uno de ellos representan a la puerta y al Wi-Fi que están activos dentro del edificio, este subVI es compuesto también por el subVI In Port8 tipo 889, que es el que me permite tomar la señal para vincular la variable física de voltaje con el software *LabVIEW*.

4.5 Implementación

A continuación detallamos el procedimiento con el cual modificamos parte de las instalaciones físicas inmersas en nuestro proyecto.

4.5.1 Implementación de las cámaras de vigilancia. Debido a que nuestro proyecto se refiere a el monitoreo y control de edificios inteligentes es necesario la incorporación de cámaras de vigilancia para lo cual hemos realizado un análisis de las zonas vulnerables y de mayor movimiento del personal que utiliza estas instalaciones; es decir hemos visto los lugares propensos a tener problemas de distintos índoles tales como: robo, mal uso de

bienes, posibles incendios, etc., por lo tanto se tomó en cuenta a la zona de oficinas, laboratorio de computo, laboratorio de Mecatrónica, salón azul y el hall de acceso principal.

Pasos para la instalación:

1. Selección de las cámaras.

Para la selección de las cámaras se consideró de mayor importancia que sean compatibles con el software *LabVIEW*, siendo esta nuestra mayor limitación ya que las cámaras que se pueden vincular directamente con *LabVIEW* cuestan cinco veces más que la que poseen software propio por lo que se descartó comprar este tipo de cámaras y se adquirió cámaras con las siguientes características:

- Hawell CCD, 540 líneas de TV (color).
- Lente de 6 mm.
- Distancia efectiva en la noche puede llegar a 8-15m.
- Encendido automático de color a blanco y negro.
- Balance de blancos, compensación de contraluz.
- Alta sensibilidad de infrarrojos cámara de visión nocturna, diseño especial con la línea de vídeo en la parte inferior de la cámara.
- Aplicable durante 24 horas sobre el área de vigilancia.
- Para el caso de exteriores es blindada anti vandálica.
- Caso salón azul la distancia efectiva es de 6-12m.

A continuación se muestran los tres tipos de cámaras adquiridas en las figuras 91, 92 y 93.

Figura 91. Cámara tipo domo



Fuente: Autores

Figura 92. Cámara tipo domo antivandálica



Fuente: Autores

Figura 93 Cámara tipo telescopio



Fuente: Autores

2. Análisis de ubicación de las cámaras.

Para seleccionar la ubicación de las cámaras se analizó las rutas de acceso a los lugares antes mencionados con el objetivo de captar su ingreso a estos lugares para así poder identificar su rostro que es la parte fundamental del monitoreo.

Posterior al análisis se obtuvo los siguientes resultados:

- Dirección: parte superior derecha, diagonal a la puerta de acceso a esta oficina.
- Secretaria: parte superior derecha, diagonal a la puerta de acceso a esta oficina.
- Laboratorio de Computo: parte superior izquierda, diagonal a la puerta de acceso a este laboratorio sobre el andén de redes.
- Laboratorio de Manipulación de Instalaciones Industriales: parte superior izquierda, sobre la puerta de acceso a este laboratorio.
- Salón azul: parte superior colocada en la mitad del salón para poder enfocar los programas o eventos que se desarrollen en este lugar.

- Hall de acceso principal: parte superior media, debajo de las gradas apuntando a la puerta principal.

3. Análisis de la ruta del cableado de información y toma de imagen.

Para este análisis se considera la estética o diseño de interiores como la fundamental ya que se trata de oficinas, laboratorios, salón de eventos por lo que se consideró pasar el cableado de datos por detrás de las persianas en cada oficina haciendo un recorrido único para cada zona de vigilancia con el fin de reducir la cantidad de cable tipo UTP de datos, canaletas.

4. Análisis de la ruta del cableado para energizar las cámaras.

En la planificación para energizar las cámaras analizamos distintos aspectos tales como:

- Voltaje requerido
- Accesibilidad del personal autorizado y no autorizado

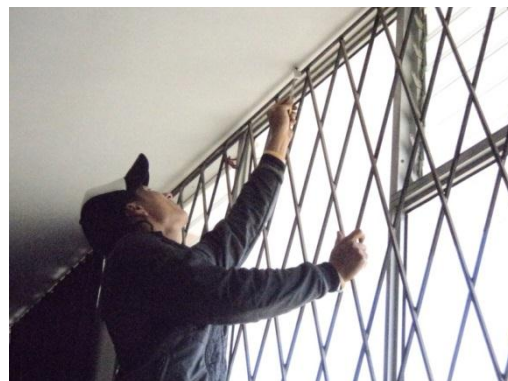
De los aspectos anteriores se llegó a la conclusión de:

- Que el voltaje requerido es 12V por lo que necesitamos de adaptadores de voltaje que serán conectados a una toma de 120V, además que se dividió las zonas de vigilancia en dos, cada una con un control de encendido y apagado manual.
- Solo el personal autorizado conoce la ubicación del control de encendido y apagado manual.

5. Implantación física

Después de haber analizado varios factores importantes para la implantación se realizó la instalación como lo muestran las siguientes figuras, donde se muestra la colocación de canaletas, instalación del circuito de potencia para la energización de las cámaras, la selección y posición final de la colocación de las cámaras de vigilancia.

Figura 94. Y Figura 95. Colocación de las canaletas



Fuente: Autores

Figura 96. Y Figura 97. Colocación del interruptor de encendido/apagado manual.



Fuente: Autores

Figura 98. Posición final de la cámara del laboratorio de Cómputo



Fuente: Autores

Figura 99. Posición final de la cámara de la dirección de escuela



Fuente: Autores

Figura 100. Posición final de la cámara de la secretaría



Fuente: Autores

Figura 101 Posición final de la cámara del hall de acceso



Fuente: Autores

Figura 102 Posición final de la cámara del salón azul



Fuente: Autores

Figura 103. Posición final de la cámara del lab. De M.I.I.



Fuente: Autores

Para la visualización en la PC se necesita instalar una tarjeta DVR de video y audio que es la que receptara la señal desde las cámaras hasta la PC con la ayuda de los balun de video, estos balun sirven como filtros de imagen pues estos transforman la señal que es transmitida por el cable tipo UTP de impulsos eléctricos a imágenes en tiempo real, a continuación en la figura 104 se muestra como es el balun de video y en la figura 105 se muestra la instalación de la tarjeta DVR.

Figura 104. Balun de video



Fuente: Autores

Figura 105. Tarjeta DVR de video



Fuente: Autores

4.5.2 Implementación alarma de seguridad y detectores de humo. Como bien es cierto la seguridad hoy en día es un factor importante en todos los lugares donde existe gran movimiento de personal por tanto el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento no puede quedarse atrás en este tipo de tecnología por lo que con la presentación del proyecto de monitoreo y control de edificios se consideró fundamental poseer una alarma de seguridad y contraincendios, dada esta necesidad se adquirió una alarma DCS classic PC 585 con 8 zonas de control, además de 7 detectores de humo los cuales serán vinculados a la alarma DCS classic PC 585.

Pasos para la implantación de la alarma y los detectores de humo:

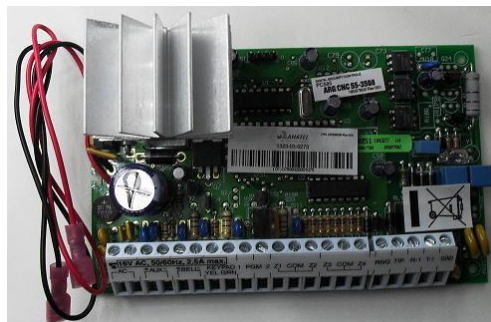
1. Selección de la alarma.

Para la selección de la alarma se analizó varias características tales como:

- Alcance de la alarma
- Números de zonas de control
- Facilidad de conectarse a detectores de humo.
- Energización independiente.
- Tiempo de respuesta.
- Facilidad de uso.
- Tipo de instalación
- Vinculación con el software *LabVIEW*.

Revisados estos aspectos importantes se decidió que la alarma DCS classic PC 585 será la que vamos a utilizar para el control antirrobo para la escuela de ingeniería de mantenimiento, a continuación en la figura 106 se muestra la tarjeta donde está hecho el circuito de alarma:

Figura 106. Alarma DSC 585



Fuente: Autores

2. Selección de las zonas de control.

Una vez establecidas las características de la alarma se realizó un análisis de los lugares donde se deberá colocar los sensores de movimiento y el factor primordial en nuestro análisis fue la importancia de dichas instalaciones llegando a la siguiente conclusión:

- Establecer a la zona de oficinas como las zonas de prioridad y mayor importancia ya que en estos lugares es donde existe documentación de los estudiantes y de la carrera.
- Establecer al hall de acceso principal como otro de los lugares propensos a invasión por no poseer defensas en la parte superior delantera media del edificio.
- Establecer a la puerta de acceso principal como otro punto de control.

Figura 107. Y Figura 108. Zonas donde estarán ubicados los PIR



Fuente: Autores

Figura 109. Y Figura 110. Zonas donde estarán ubicados los PIR



Fuente: Autores

3. Analizar el centro de mando de la alarma.

Para el análisis de este aspecto se consideró que el lugar donde se ubique el centro de mando debe ser el lugar donde menos tráfico de gente existe y solo personal autorizado sepa de su ubicación para evitar su manipulación.

Por lo que se eligió al laboratorio de Mecatrónica junto a la PC de monitoreo y control.

4. Analizar la ubicación del teclado de activación/desactivación.

Para la ubicación del teclado de activación/desactivación se determinó tiempos de activación y desactivación.

- Para la activación el tiempo será de 3 minutos después de haber colocado la clave.
- Para la desactivación deberá ser inmediata sin pasar un tiempo máximo estimado de 3 minutos después de haber iniciado la alarma ya que por estar vinculada con el software *LabVIEW* este enviara una señal mediante internet a las autoridades locales.

La manera que se estableció estos tiempos es mediante pruebas de funcionamiento de la alarma por lo que se determinó necesario colocar al teclado detrás de la columna que sostiene al entre piso del hall principal. En esta ubicación los tiempos fueron mínimos y son los siguientes:

- Activación: 1 minuto con 25 segundos, después de haber colocado la clave de activación.
- Desactivación: 1 minuto con 10 segundos, después de haber iniciado el sonido de la alarma.

Por tanto se determinó que éste es lugar idóneo para la colocación del teclado además de ser uno de los lugares menos transitados dentro del edificio.

A continuación en las figuras 111 y 112 se muestra donde se colocó el teclado:

Figura 111. Y Figura 112. Ubicación el teclado de activación y desactivación de la alarma



Fuente: Autores

5. Seleccionar las zonas donde estarán colocados los detectores de humo.

Para este análisis se pensó en los lugares donde hay mayor tránsito de personas y donde existen equipos de gran valor que puedan ser afectados por un incendio, por tanto se eligió las zona de oficinas, el laboratorio de computo, salón azul y el hall de acceso principal, este último está conectado a la alarma DSC classic PC 585.

A continuación se muestra la figura 113 donde se indican la posición de los detectores de humo cabe recalcar que se colocó cada detector de humo según la norma y el alcance de cada uno de ellos:

Figura 113. Detector de humo en la dirección de escuela



Fuente: Autores

6. Desarrollo y logística de la implantación

Se adquirió la alarma DSC classic PC 585, 3 sensores de movimiento, un sensor magnético, una bocina, un teclado, un cargador/transformador, resistencias de $5.6k\Omega$, conectores, una caja para colocar a la tarjeta que contiene la alarma. Algo importante es que la alarma posee

8 zonas de las cuales ocupamos 4 y las sobrantes se utilizarán para una nueva implementación.

En el ANEXO F se muestra el circuito de alarma con su respectivo cableado y los comandos propios de la alarma que serán utilizados para el cambio de clave y la prueba del sistema, cabe recalcar que el cableado va por las mismas canaletas de las cámaras anteriormente ya instaladas con el fin de reducir costes y evitar dañar la estética del edificio.

Para el caso de los detectores de humo se colocó a cada uno de ellos en el centro de la zona de oficinas, ya que el alcance es de 6 m a la redonda por lo que el área de oficinas queda cubierta con uno en cada lado, en el laboratorio están colocados 2 detectores de humo al igual que en el salón azul, en el hall de acceso principal se lo colocó 1 detector de humo a 0.5 metros de la cámara que muestra el acceso al edificio, todas estas consideraciones han sido vistas necesarias para ubicar los detectores de humo tomando en cuenta normas generales internacionales, ya que a nivel nacional ninguna norma hace referencia a la correcta ubicación de detectores de humo, a continuación en las figuras 114, 115, 116, 117, 118, y 119 se muestran los lugares donde están colocados los detectores de humo:

Figura 114. Detector de humo en la secretaría



Fuente: Autores

Figura 115. Y Figura 116. Detector de humo en el laboratorio de C3mputo



Fuente: Autores

Figura 117. Detector de humo en la direcci3n de escuela



Fuente: Autores

Figura 118. Detector de humo en el hall de acceso principal



Fuente: Autores

Figura 119. Detector de humo en el salón azul



Fuente: Autores

4.5.3 Implementación puerta de acceso. Para la instalación de la puerta se analizó lo que dice la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 309:2001 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Espacios de acceso, Puertas. Indica que “Los edificios públicos preferiblemente deben tener puertas automáticas corredizas”.

Sabiendo que una puerta automática es la que funciona con un sistema de accionamiento automático, el que puede ser por conmutador eléctrico, radar, rayos infrarrojos, etc. Las condiciones de cierre y apertura de las puertas automáticas serán controladas especialmente por la acción de un sensor de detección elíptica.

Y una puerta corrediza es la que tienen una o varias hojas rígidas, de apertura con traslación horizontal en un plano. Pueden ir entre tabiques, muros o adosadas a éstos.

Este tipo de puertas son recomendables en zonas de tamaño reducido. Para el caso de personas discapacitadas, las puertas deben colgarse con mecanismos de rodamiento adecuados con el fin de evitar esfuerzos excesivos para mover la puerta. Los mecanismos de desplazamiento en el piso no deben ser mayores de 20 mm de altura.

Tomados estos aspectos generales se instaló la puerta tipo corrediza y automática en el acceso principal al edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, cambiando así su diseño original. A continuación en la figura 120 se muestra el estado actual de la puerta después de haberle hecho distintas adecuaciones para que funcione el sistema automático en el acceso principal del edificio de Mantenimiento.

Figura 120. Nueva presentación de la puerta de acceso



Fuente: Autores

4.5.4 *Implementación del Wi-Fi en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.* Para la instalación de este dispositivo se consideró algunos aspectos tales como:

- Alcance del dispositivo
- Configuración del dispositivo
- Facilidad de conectividad con la red de la ESPOCH
- Costes
- Número de usuarios

Por lo que una vez identificada la necesidad se compara características de los dispositivos llegando a la conclusión que el ACCESS POINT TP-LINK TL-WA901ND cumple los requerimientos necesarios para nuestra implementación.

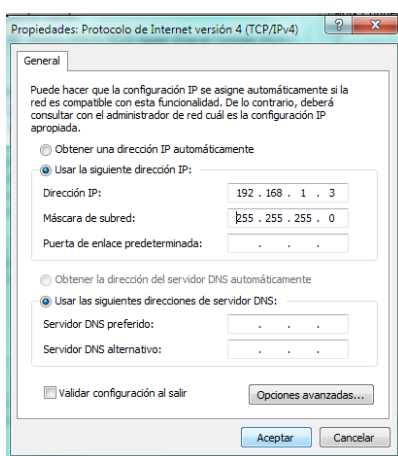
4.5.4.1 *Características principales del ACCESS POINT TP-LINK TL-WA901ND*

- Velocidad de transmisión inalámbrica de 300 Mbps, provee una experiencia inalámbrica N fluida
- Es compatible con múltiples modos de operación: Punto de acceso, Cliente, Universal / Repetidor WDS, Puente Inalámbrico
- Fácil configuración de una conexión segura encriptada WPA al presionar el botón QSS
- De hasta 30 metros de alimentación a través de Ethernet para un despliegue flexible
- Cubre un rango de hasta 16 usuarios a la vez.

4.5.4.2 Pasos para la instalación. Luego de la adquisición del equipo se procede a la configuración del mismo para lo cual se siguió la secuencia de pasos descritos a continuación:

Paso 1: Para acceder a la consola de configuración del dispositivo se debe conectar este mediante un cable de red a una computadora y configurar para que se encuentren en la misma red, la dirección IP de fábrica es la 192.168.1.254 por lo tanto en el adaptador de red se puede colocar una dirección IP 192.168.1. (Números del 2-253), como se muestra en la figura 121.

Figura 121. Protocolo de Internet versión (TCP/IPv4)



Fuente: Autores

En caso de haber cambiado esta configuración se debe mantener presionado el botón de resetear por 15 segundos para que la configuración regrese a la de fábrica como lo indica la figura 122.

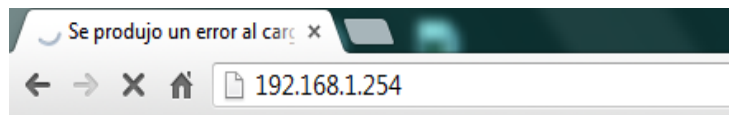
Figura 122. Botón resetear de Access point



Fuente: Autores

Paso 2: Una vez configurado el adaptador con la dirección IP ingresar al navegador la dirección 192.168.1.254 para proceder con la configuración como lo muestra la figura 123.

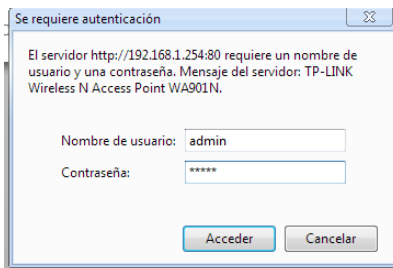
Figura 123. Máscara de acceso



Fuente: Autores

Para ingresar se debe tipiar el usuario y contraseña que por defecto es (admin, admin) la cual no se va a cambiar durante la configuración como lo muestra la figura 124.

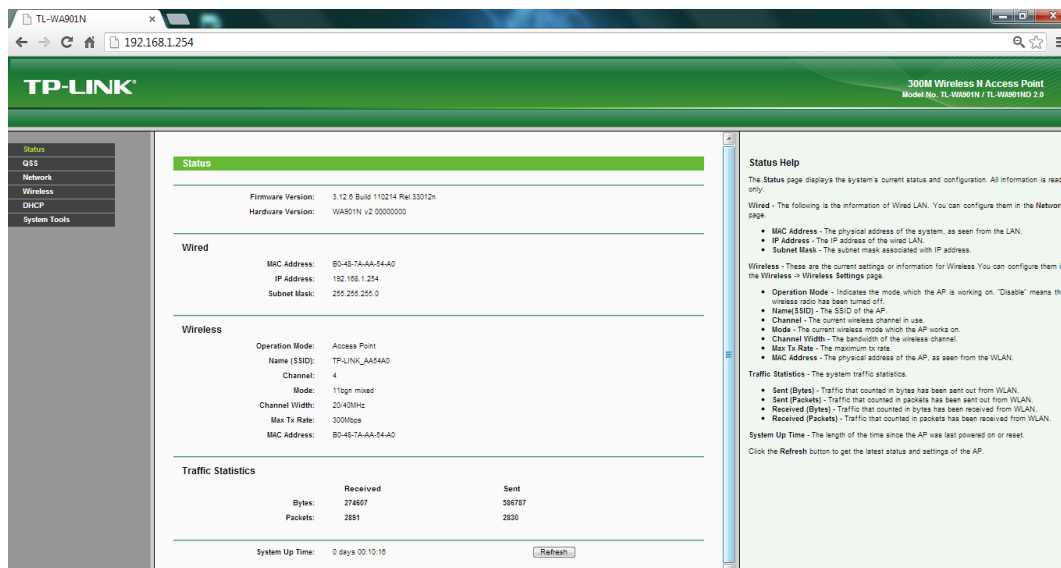
Figura 124. Usuario y contraseña del Access point en la configuración



Fuente: Autores

Paso 3: Al ingresar se observa el menú en el lado izquierdo, y la ayuda en el lado derecho, en la opción del menú status o estado se puede verificar la información del Access point como lo muestra a continuación la figura 125.

Figura 125 Ventana del menú del Access point y la ayuda



Fuente: Autores

Paso 4: Para configurar el Access point en la misma red de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento se ha cambiado la dirección IP en la opción Network a 172.30.102.254 con mascara 255.255.255.0 y puerta de enlace 172.30.102.1., como lo indica la figura 126.

Figura 126. Cambio de la IP en la opción Network

The screenshot shows the TP-Link web interface for a 300M Wireless N Access Point (Model No. TL-WA901N / TL-WA901ND 2.0). The 'LAN' configuration page is active, showing the following settings:

- MAC Address:** B0-4B-7A-AA-54-A0
- Type:** Static IP
- IP Address:** 172.30.102.254
- Subnet Mask:** 255.255.255.0
- Gateway:** 172.30.102.1

A 'Save' button is located below the settings. To the right, the 'LAN Help' section provides instructions on configuring IP parameters, including MAC Address, Type, IP Address, Subnet Mask, and Gateway. A 'Note' section at the bottom right explains the consequences of changing the IP address and the effect of the DHCP server function.

Fuente: Autores

Paso 5: En la opción configuración Wireless se ha cambiado el SSID del dispositivo por MTTO y se ha seleccionado la región o país Ecuador así como se ha agregado la red ESPOCH una vez realizados los cambios se debe guardarlos presionando el botón save o guardar como lo muestra la figura 127.

Figura 127. Cambio de la SSID y save (guardar)

The screenshot shows the TP-Link web interface for a 300M Wireless N Access Point (Model No. TL-WA901N / TL-WA901ND 2.0). The 'Wireless Settings' page is active, showing the following settings:

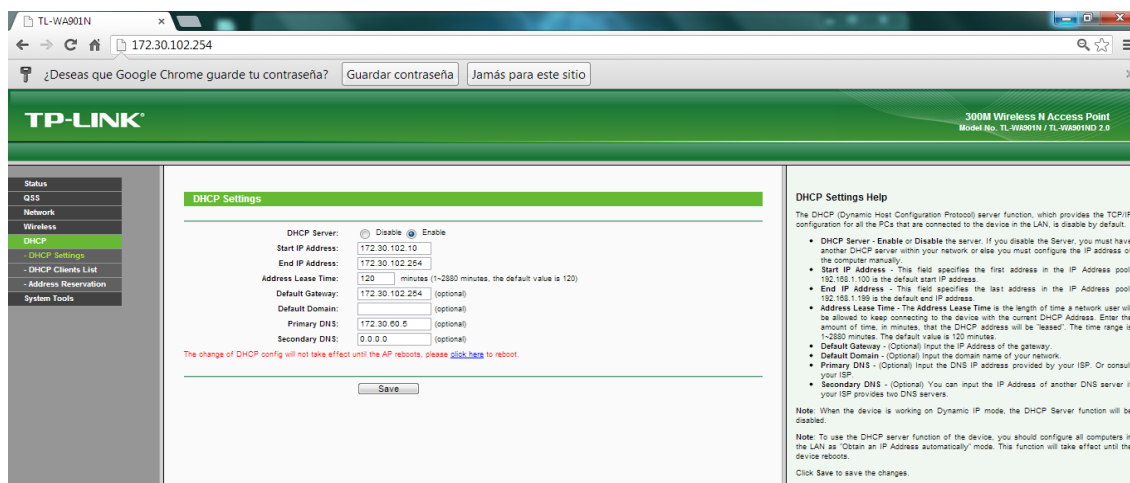
- Operation Mode:** Access Point
- SSID:** MTTO
- Region:** Ecuador
- Channel:** 6
- Channel Width:** 20/40MHz
- Max Tx Rate:** 300Mbps
- Enable Wireless Radio:** ☒
- Enable SSID Broadcast:** ☒
- Enable WDS Bridge:** ☒
- SSID to be bridged:** ESPOCH
- Key type:** None
- WEP Index:** 1
- Auth type:** open
- Password:** (empty)

A 'Save' button is located at the bottom. To the right, the 'Wireless Settings Help' section provides instructions on configuring wireless settings, including SSID, Region, Channel, and Security. A 'Note' section at the bottom right explains the consequences of changing the SSID and the effect of the WDS Bridge function.

Fuente: Autores

En la opción DHCP se ha determinado el rango de direcciones dinámicas que pueden ser asignadas a las computadoras que se conecten a internet de manera inalámbrica en este caso el rango es de 10-253 tomando en cuenta las direcciones reservadas, y el tiempo de vida de cada dirección es de 120 minutos o dos horas así como la dirección del servidor DNS que es la 172.30.60.5., como lo muestra la figura 128.

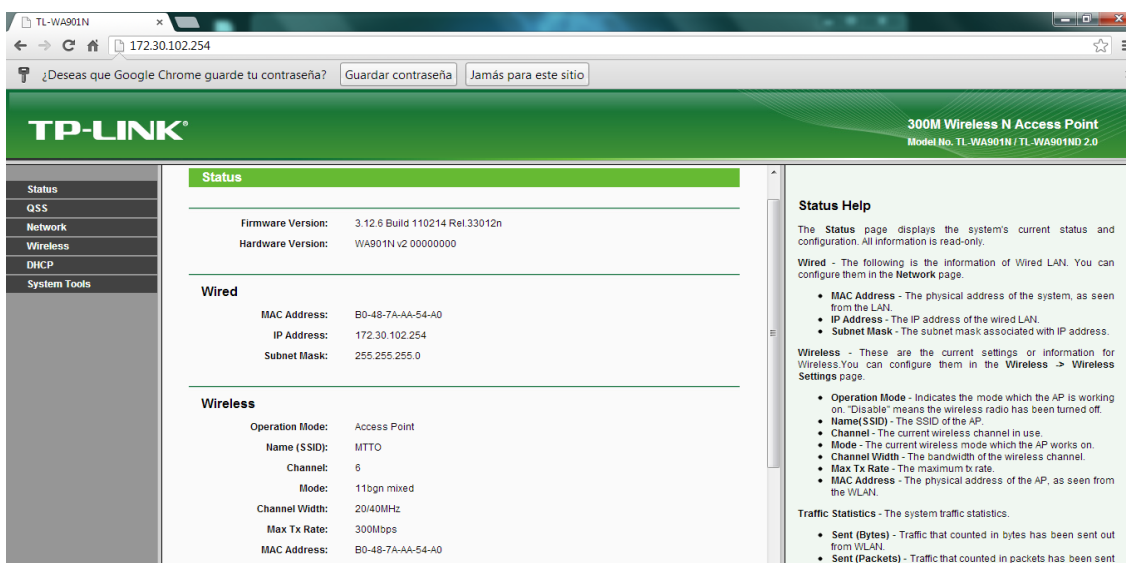
Figura 128. Rango de direcciones dinámicas



Fuente: Autores

Al revisar nuevamente el estado del dispositivo se aprecia los cambios realizados.

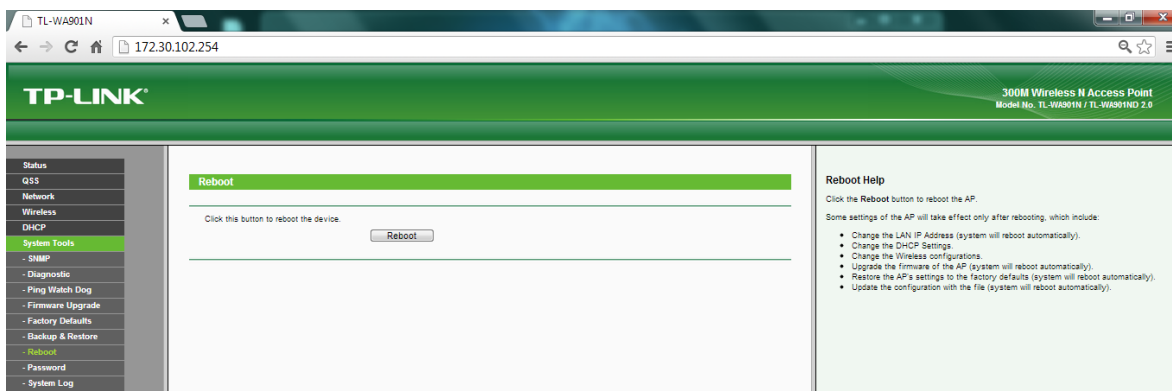
Figura 129. Estado del dispositivo después de los cambios



Fuente: Autores

Paso 6: Para determinar los cambios de manera permanente debe reiniciar el dispositivo Access point para lo cual se despliega el menú herramientas del sistema la opción Reboot o reiniciar, como lo muestra la figura 130.

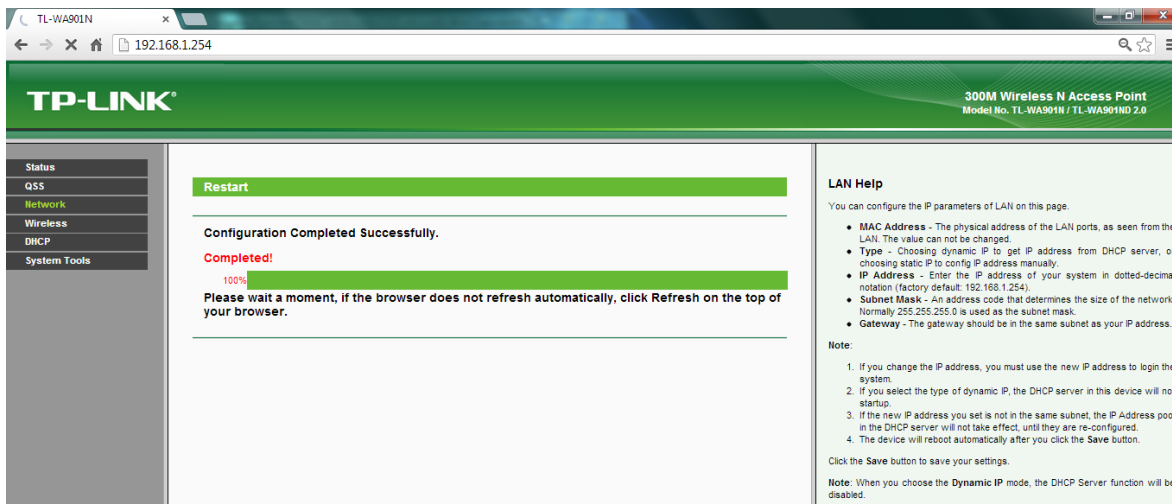
Figura 130. Reinicio con el Reboot



Fuente: Autores

Una vez completado el proceso de reiniciado se debe desconectar el dispositivo de la PC y conectarlo al puerto RJ45 de toma de señal de internet y antes de ello se debe revisar que la configuración haya sido completada satisfactoriamente como muestra la figura 131.

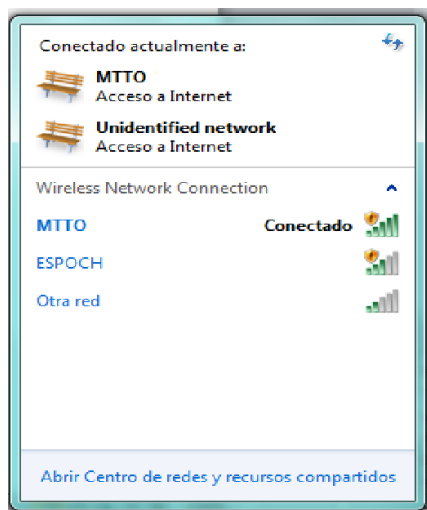
Figura 131. Configuración completada satisfactoriamente



Fuente: Autores

Para verificar la conexión se debe ingresar desde cualquier PC que reciba la señal del Access point, la misma que tiene un alcance de 30 metros y una velocidad de transmisión de 300 Mbps como lo muestra la figura 132 y 133.

Figura 132. Acceso a la red



Fuente: Autores

Figura 133. Estado de la señal de la red



Fuente: Autores

Advertencia: en caso de emergencia o en caso de suspensión de la emisión de señal de internet inalámbrica resetear el Access point y empezar el proceso de configuración.

4.5.5 Implementación de los elementos de seguridad. Para la instalación de estos elementos de seguridad se ha considerado como primordial a la señalética y los elementos necesarios para la prevención de incendios, además de esto se consideró importante a los pasamanos como lo determina la norma NTE INEN 2 244 y la creación de rutas de escape en caso de pérdida de energía eléctrica, mediante lámparas de emergencia que han sido instaladas en el edificio mejorando así la presentación del edificio.

Para la implementación de la señalética nos basamos en la norma que habla acerca de la simbología y lo que cada color representa dentro de un entorno de trabajo, para lo cual se adquirió distintos letreros tamaño INEN con las leyendas que se muestran a continuación en las figuras 134, 135, 136, 137 y 138.

Figura 134. Señalética indicadora del punto de encuentro en caso de emergencia y la salida



Fuente: Autores

Figura 135. Señalética indicadora de la dirección de evacuación y/o salida



Fuente: Autores

Figura 136. Señalética de prohibido fumar y la de extintor en el nivel superior de edificio



Fuente: Autores

Figura 137. Señalética indicadora de la salida y los números de emergencia



Fuente: Autores

Figura 138. Señalética de prohibido fumar y la de extintor en el nivel inferior de edificio



Fuente: Autores

Pues bien lo mostrado anteriormente es una parte de la señalética que se colocó en el edificio de Mantenimiento.

El siguiente aspecto fue la selección de extintores para combatir los distintos fuegos existentes, para lo cual se buscó aquel que cumpla las siguientes necesidades y la norma RTE INEN 006:09 que trata de Extintores portátiles para la protección contra incendios:

- Mitigar la aparición de cualquier tipo de fuego.
- Fácil de utilizar
- Facilidad para la mantenibilidad
- Tiempo de actuación prolongado
- Costes, etc.

Por lo tanto el tipo de extintor que se seleccionó es el de Polvo Químico Seco (P.Q.S.), que es fácil de utilizar, es recargable, posee alto grado de mantenibilidad y según el tiempo de acción que se requiera se puede adquirir el tamaño, en nuestro caso se adquirió 2 de 10 lbs. Cada uno de ellos será parte de un nivel dentro del edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Figura 139. Extintor de P.Q.S. en el nivel superior del edificio



Fuente: Autores

Figura 140. Extintor de P.Q.S. en el nivel inferior del edificio



Fuente: Autores

Ahora en lo concerniente a las creación de la ruta de evacuación en caso de falta de energía eléctrica se consideró la utilización de lámparas de emergencia con baterías independientes

que estarán conectadas a la red de energía y que cuando faltase energía eléctrica estas se encenderán mostrando la ruta de evacuación libre y seguro.

Esta implantación será más apreciada cuando faltare el fluido eléctrico por las tardes y noches, a continuación en las figuras se muestra la ruta de evacuación en caso de emergencia mostrada mediante la iluminación de las lámparas de emergencia.

Figura 141. Lámpara de emergencia Dirección de Escuela de Mantenimiento



Fuente: Autores

Figura 142. Lámpara de emergencia Secretaría de Escuela de Mantenimiento



Fuente: Autores

Figura 143. Lámpara de emergencia corredor del nivel superior



Fuente: Autores

Figura 144. Lámpara de emergencia hall y escaleras del nivel inferior



Fuente: Autores

A continuación trataremos de un aspecto de seguridad muy importante dentro de edificios y es lo concerniente a la implementación de los pasamanos, para el estudio del tipo de pasamano que se va a instalar en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento nos basamos en la NTE INEN 2 244, en la cual dice: los pasamanos deben ser contruidos de materiales rígidos fijados firmemente o empotrados, debe contar con una sección transversal en forma circular y/o ergonómica cuyo radio esté comprendido entre 35 mm y 50mm, la separación libre entre el pasamano y la pared debe ser mayor a 50 mm de a fin de permitir un buen deslizamiento, soporte, y sujeción de la mano de forma fácil y segura.

Al tener esas indicaciones, se analizó la medida que va a tener la sección transversal y el tipo de material. Por lo que se diseñó un modelo en SolidWorks donde se simuló a dicho pasamano realizando un trabajo con una carga 75 kg en el punto medio

Figura 145. Pasamanos del nivel inferior



Fuente: Autores

Figura 146. Pasamano del nivel superior



Fuente: Autores

Figura 147. Y Figura 148. Rampas de acceso principal y lateral



Fuente: Autores

4.6 Pruebas y simulaciones

4.6.1 Pruebas en la alarma y detectores de humo.- Para la prueba de la alarma se deberá digitar en el teclado el siguiente código:

[*][6] [código de bloqueo y desbloqueo] [4] este código es para la Prueba del Sistema;

[****] Aquí se deberá ingresar el código de bloqueo y desbloqueo para Armar la alarma;

[*][0] este código es para un armado rápido de la alarma que durará 3 minutos en activarse;

[F] pulsando durante 2 segundos emite una alarma contra incendios:

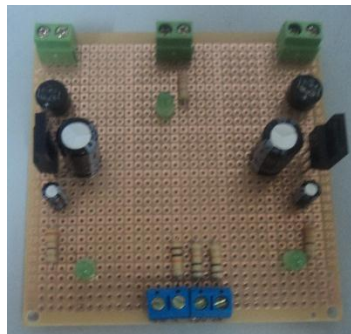
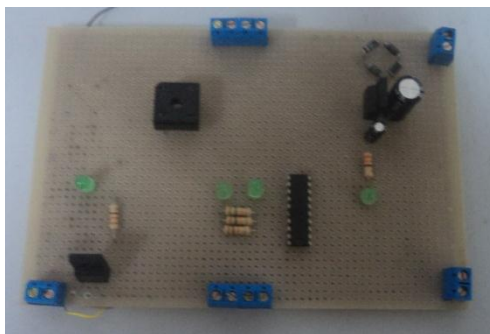
Los códigos mostrados anteriormente son los esenciales dentro de la programación de la alarma.

Y para la prueba de los detectores de humo se debe solamente pulsar el botón test del detector para conocer del estado de la batería.

4.6.2 Pruebas en las cámaras. Para probar las cámaras se debe iniciar sesión en el programa DVR y seguir los pasos antes mencionados, al estar en esta consola el usuario deberá probar una a una las cámaras cambiando su estado de encendido y apagado desde el programa DVR, también deberá probar en modo grabar, esto se consigue con la ayuda de los menús de la parte superior derecha del programa pulsando los botones con el número de cámara correspondiente.

4.6.3 Pruebas en adquisición de datos.- Para la adquisición de datos se elaboró una tarjeta que se conecta al puerto paralelo de la computadora, para más información del puerto paralelo ver ANEXO G, esta tarjeta posee dos circuitos rectificadores con los cuales adaptamos la señal para adquirirlas con el software *LabVIEW*, la tarjeta prototipo es la que se muestra en la figura 149 y la tarjeta para la instalación final se muestra en la figura 150.

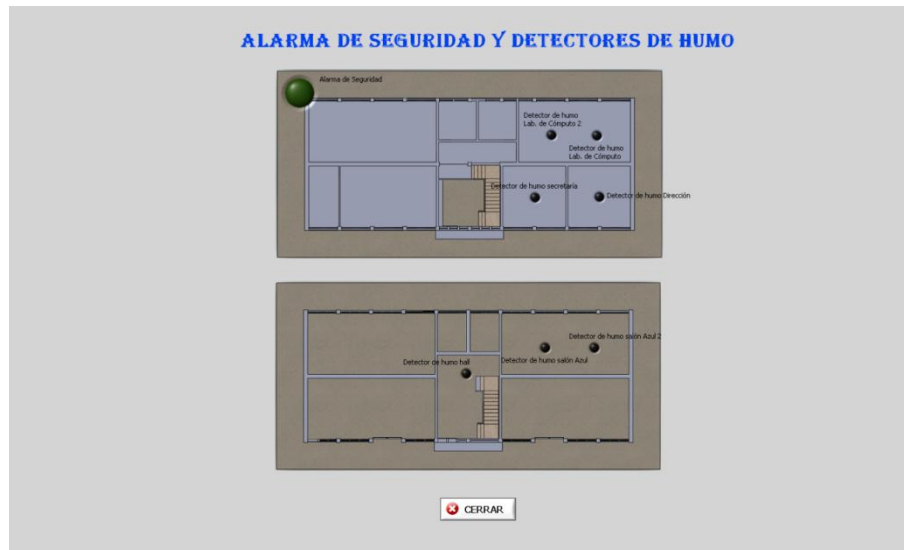
Figura 149. Y Figura 150. Tarjeta prototipo y tarjeta final



Fuente: Autores

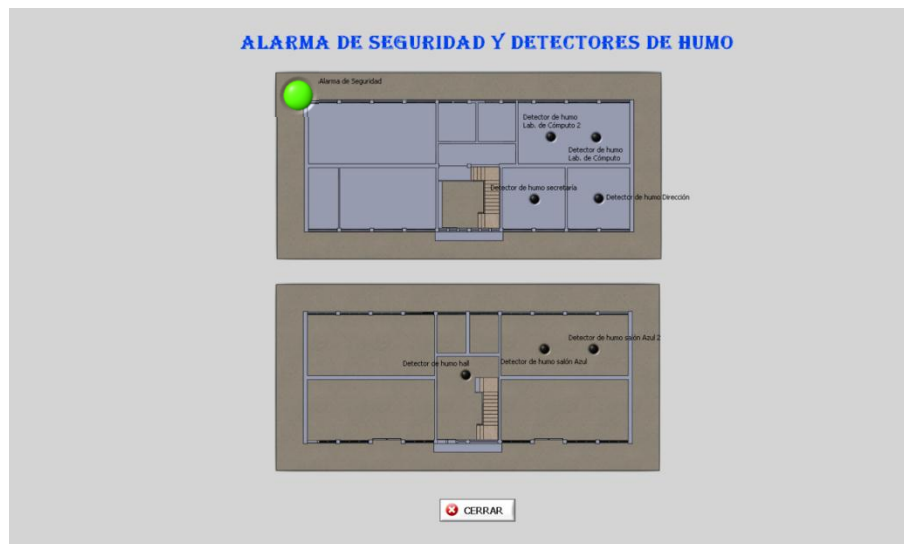
4.6.4 Simulación de robo.- Para la simulación de robo se dejó armada la alarma y el software *LabVIEW* encendido para verificar si la alarma emite la señal al programa cuando esta es activada y nos arrojó lo siguiente.

Figura 151. Panel frontal con la alarma armada



Fuente: Autores

Figura 152 Panel frontal con la alarma activada por detección de personal no deseado

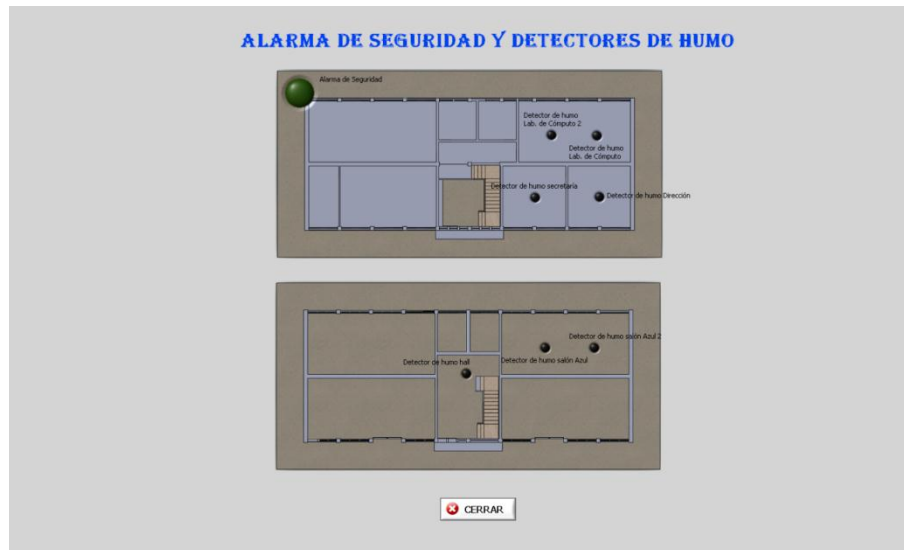


Fuente: Autores

Con esta simulación de robó el software actuó inmediatamente emitiendo su alarma auditiva con la sirena y de visualización con el programa BZ2013.

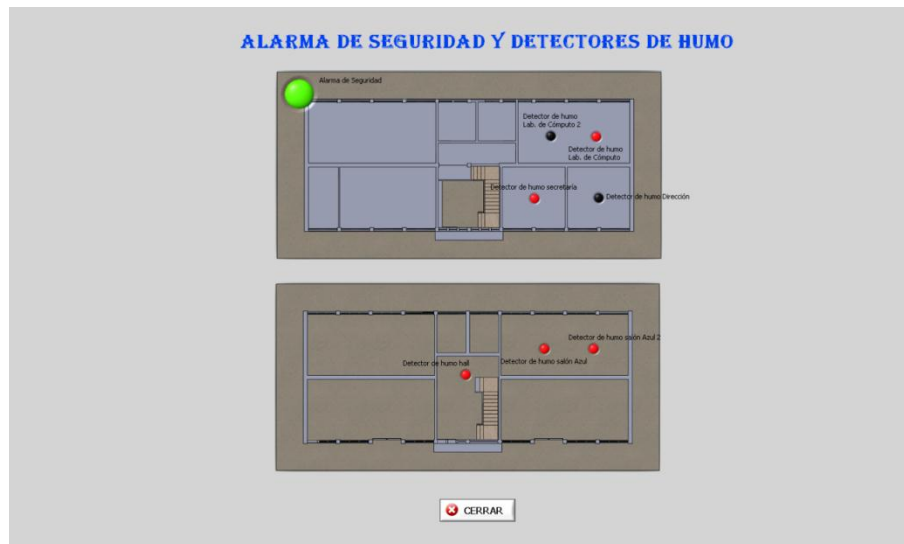
4.6.5 Simulación de detección de humo.- para la simulación de los detectores de humo se colocó papel en llamas cerca de la inmediaciones de los detectores creando así una atmosfera toxica en el edificio con el fin único de probar la capacidad de los detectores de humo, también se inició el software BZ2013 con el panel frontal detectores de humo y nos arrojó los siguientes datos.

Figura 153. Panel frontal con los detectores activados



Fuente: Autores

Figura 154. Panel frontal con los detectores activados y la alarma contraincendios



Fuente: Autores

Con esta simulación se comprobó la usabilidad de los detectores de humo y la respuesta inmediata del software tras la recepción de la señal.

4.7 Relación costo- beneficio social del proyecto

Para evaluar los proyectos sociales, es necesario aplicar con cierta flexibilidad el análisis costo-beneficio social, debido a la existencia de dos importantes peculiaridades en el tipo de beneficio que representa la implantación:

- en primer lugar, los beneficios relevantes son aquellos de carácter directo, que por definición recaen sobre la población beneficiaria y no sobre la institución ejecutora; y
- en segundo lugar, la especial dificultad para valorizar los beneficios, muchos de los cuales son intangibles.

Los beneficios sociales presentados con la implantación para los usuarios del edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento son:

- Mayor seguridad, se obtiene implantando una alarma antirrobo con un costo de 200.00 dólares.
- Accesibilidad, con la construcción de rampas para personas con capacidades especiales en el acceso lateral y principal del edificio con un costo de 100.00 dólares.
- Prevención de riesgos, con la incorporación de señalética, extintores, detectores de humo, lámparas de emergencia, alarma de evacuación de incendios, ruta de escape, pasamanos, con un costo de 600.00 dólares.
- Adquisición de información, mediante las cámaras que realizan la grabación y captura de fotografías en determinados tiempos y la implementación de un Access point amplificados de señal de internet con un costo de 1100.00 dólares.
- Control energético, con la implantación de un micro controlador y detectores de movimiento que encienden y apagan la iluminación en el edificio según necesidades de los usuarios, con un costo de 800.00 dólares.

El beneficio para los autores es el lograr aportar con una nueva tecnología en cuanto a la aplicación de la domótica, ayudar al mejoramiento de la escuela retribuyendo a las enseñanzas y conocimientos adquiridos durante nuestra formación como profesionales además de obtener el título como Ingenieros de Mantenimiento.

Se puede decir entonces que el beneficio presente en este proyecto es netamente social y los beneficiarios directos son todos los usuarios del edificio; porque el aporte económico en que se incurre proviene de los autores. Pero complementariamente si se desea realizar este mismo trabajo de manera particular, es imprescindible calcular los costos para conocer si a través de su ejecución, este genera ganancias sobre el total del costo de producción invertido; por lo tanto se hará una comparación de los costos invertidos por la parte ejecutora que están estimados en \$ 3.421,93 Dólares y el costo comercial referencial de empresas ofertantes del servicio mediante proformas, todo esto con el fin de generar un indicador que nos sirva de reseña para una posterior implantación.

Tabla 3. Comparación de costos

Costo de la implantación mediante autores del proyecto	Costo de la implantación mediante adquisición pública
\$ 3.421,93	\$ 4.982,33
El beneficio económico presente en este proyecto será de \$ 1560,40	

Fuente: Pentágono, SOS, Impomax y los autores

Entonces si se desea crear una microempresa que brinde este servicio a futuro, se deberá evaluar y comparar las ganancias obtenidas más la rentabilidad presente en este proyecto, con el fin de saber si es beneficioso o no, mediante las fórmulas que se muestran a continuación:

$$Ganancia = ingresos - costos$$

$$Rentabilidad = \frac{Ganancia}{Costos\ de\ producción} * 100$$

En nuestro caso solo quedará enunciado ya que nuestros ingresos son los beneficios brindados.

4.8 Costos de la implementación en edificio inteligente

El análisis económico se ha elaborado tomando en cuenta los rubros invertidos en la adquisición de los elementos, estos rubros forman parte de los costos directos (tabla 5 y 6), a parte de este costo también tenemos el costo indirecto, y la suma de estos costos determina el costo total de elaboración de la tesis como se muestra a continuación:

Tabla 4. Costos directos

Costos directos		
Ítem	Denominación	Rubros
1	Materiales para la instalación	\$ 1.855,55
2	Mano de obra directa	\$ 1.477,63
Total		\$ 3.333,18

Fuente: Autores

A continuación en la tabla 5 se detalla costos de materiales para la instalación que fueron necesarios para la implementación en el edificio de Mantenimiento.

Tabla 5. Costos de materiales para la instalación

Costos de materiales para la instalación			
Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
4	Cámaras tipo domo para interiores RS35	\$ 60,00	\$ 240,00
1	Cámara tipo domo anti vandálica ext. RS38A	\$ 70,00	\$ 70,00
1	Cámara night owl	\$ 80,00	\$ 80,00
1	Tarjeta DVR 16 cámaras.	\$ 170,00	\$ 170,00
1	Micrófono para cámara	\$ 20,00	\$ 20,00
7	Adaptadores de poder	\$ 12,50	\$ 87,50
7	Balun UTP amplificador	\$ 20,00	\$ 140,00
1	Señalética	\$ 45,00	\$ 45,00
1	Lámpara de emergencia	\$ 35,00	\$ 35,00
1	Alarma DSC 585	\$ 130,00	\$ 130,00
2	Extintores 10 lbs de P.Q.S.	\$ 17,50	\$ 35,00
2	Infrarrojos PIR 12m	\$ 25,00	\$ 50,00
7	Detectores de humo	\$ 9,40	\$ 65,80
1	Pasamano de 13m por 0,05m	\$ 200,00	\$ 200,00
100m	Cable tipo UTP	\$ 0,30	\$ 30,00
50m	Cable tipo 2 # 16	\$ 0,50	\$ 25,00
8	Tomacorrientes tipo 1 Ticino	\$ 1,80	\$ 14,40
1	Cable de 2RCA a 3,5 estéreo	\$ 1,50	\$ 1,50
2	Botoneras tipo industrial	\$ 4,75	\$ 9,50
100	Terminales	\$ 3,50	\$ 350,00
6	Borneras	\$ 0,75	\$ 4,50
1	Antena de TV.	\$ 2,50	\$ 2,50
2	Enchufes anti cortocircuito	\$ 2,00	\$ 4,00
5	Sacos de Cemento	\$ 7,65	\$ 38,25
1	Barniz para piso	\$ 6,10	\$ 6,10
1 lt	Thiner	\$ 1,50	\$ 1,50
25	Canaletas de 2m x 0,02m	\$ 2,05	\$ 51,25
Total:			\$ 1.855,55

Fuente: Autores

En la tabla 6 se muestra el resumen del Rol de pagos necesario para la implementación y el Rol de pagos completo se muestra en el ANEXO H.

Tabla 6.I Resumen del rol de pagos

RESUMEN DEL ROL DE PAGOS			
Cant.	Cargo	Sueldo Básico	T. sueldo + Beneficios
Remuneración de la mano de obra directa			
1	Implantador 1	\$ 520,00	\$ 738,81
1	Implantador 2	\$ 520,00	\$ 738,81
TOTAL			\$ 1.477,63

Fuente: Autores

En la tabla 7 se detalla costos indirectos pero necesarios para la implementación en el edificio de Mantenimiento, la tabla de depreciaciones se muestra en el ANEXO I.

Tabla 7. Costos indirectos

Costos indirectos		
Ítem	Denominación	V. total
1	Movilización	\$ 50,00
2	Subsistencia (Alimentación)	\$ 250,00
3	Depreciaciones	\$ 24,03
Total		\$ 324,03

Fuente: Autores

A continuación en la tabla 8 se muestra la suma de los costos directos e indirectos que fueron necesarios para la implementación en el edificio de Mantenimiento.

Tabla 8. Costos totales

Costos Totales		
Ítem	Denominación	V. total
1	Costos directos	\$ 3.333,18
2	Costos indirectos	\$ 324,03
Total		\$ 3.657,21

Fuente: Autores

4.9 Propuesta comercial de la implementación del monitoreo y control en edificios

Esta propuesta se fundamenta en este estudio ingenieril al haber implementado un sistema de monitoreo y control de edificios, los costos mostrados anteriormente son los costos mínimos para una implantación similar. Por lo tanto si es necesaria la instalación de un sistema de control y monitoreo similar al expuesto en este proyecto se deberá tomar en cuenta esta referencia económica mencionada.

4.10 Análisis de resultados e impactos

4.10.1 Resultados de la implementación. Luego de la implementación de los equipos necesarios para el control y monitoreo del edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento se pudo determinar los beneficios que estos equipos generan a los usuarios de este edificio, ya que se ha incrementado el nivel de inteligencia del edificio por la vinculación de las NTI a un punto de control, dichas mejoras ha elevado la presentación del edificio a nivel institucional, convirtiéndolo en el primer edificio con un nivel de inteligencia superior al nivel 1, esto ha sido determinado por los conceptos encontrados acerca de los niveles de inteligencia de los edificios. Además este edificio ha incrementado su seguridad, confort y nivel de comunicaciones por la adquisición de un Access point amplificador de señal inalámbrica de internet que será de gran aporte para los usuarios de este edificio; La vigilancia y monitoreo en tiempo real permitirá un mejor control de las actividades en este edificio además de controlar los bienes que poseen los laboratorios de Automatización y Manipulación Industrial y el de Cómputo.

4.10.2 Impactos generados en los usuarios del edificio de Mantenimiento. El impacto generado en los usuarios se denota de gran manera por satisfacer las necesidades mostradas al inicio del estudio, ya que las mejoras presentadas en la accesibilidad, automatización de la puerta de ingreso y seguridad han mejorado la presentación del edificio pues presenta un mejor nivel de tecnología, enalteciendo el prestigio de la escuela siendo pionera en la implementación de este tipo de sistemas dentro de la ESPOCH.

4.11 Mantenimiento de los equipos instalados

4.11.1 Designación de máscaras de tratamiento. Las máscaras de tratamiento se designan según el criterio del autor de la máscara, lo único que hay que tener en cuenta es mantener el mismo formato en todos los niveles como se muestra a continuación.











- Niveles = AAA-AAA-AAA-XXX

El 1° nivel indicará la entidad en donde se encuentra el bien físico, el 2° nivel indicará la zona en donde se encuentra el bien físico, el 3° nivel indicará la marca o la descripción del bien físico, y el 4° nivel indicará el número de bien físico.

Ejemplo: EIM-DIR-HAW-001; Escuela de Ingeniería de Mantenimiento-Dirección-Hawell-1

4.11.2 Check list. A continuación se detallan los elementos componentes de la implementación a los cuales se debe dar mantenimiento según las frecuencias recomendadas por los fabricantes.

Tabla 9. Modelo check list mensual

 <div style="text-align: center; font-size: 24pt; font-weight: bold;">ESPOCH</div> 			
Escuela de Ingeniería de Mantenimiento			
Técnico Responsable:	N.- 00001		
Supervisor Responsable:	Fecha:		
Código	Equipo		 
EIM-DIR-HAW-001			N/A
EIM-SEC-HAW-002			N/A
EIM-LCO-HAW-003			N/A
EIM-LMA-HAW-004			N/A
EIM-SAZ-HAW-005			N/A
EIM-HAL-HAW-006			N/A
EIM-HAL-EXT-001			N/A
EIM-HAL-EXT-002			N/A
EIM-DIR-DET-001			
EIM-SEC-DET-002			
EIM-LCO-DET-003			
EIM-LCO-DET-004			
EIM-SAZ-DET-005			
EIM-SAZ-DET-006			
EIM-HAL-DET-007			
EIM-LMA-DSC-585			N/A
EIM-DIR-LEM-001			
EIM-SEC-LEM-002			
EIM-HAL-LEM-003			
EIM-HAL-LEM-004			
Revisado por:		Verificado por:	
Aprobado por:		Fecha de entrega:	
Observaciones:		Hora de entrega:	

Fuente: Autores

Tabla 10. Modelo check list trimestral

 <div style="text-align: center; font-size: 24pt; font-weight: bold;">ESPOCH</div> 					
Escuela de Ingeniería de Mantenimiento					
Técnico Responsable:			N.- 00002		
Supervisor Responsable:			Fecha:		
Código	Descripción	Frecuencia: Trimestral			
					
EIM-LMA-DSC-585			N/A	N/A	N/A
EIM-DIR-LEM-001			N/A	N/A	N/A
EIM-SEC-LEM-002			N/A	N/A	N/A
EIM-HAL-LEM-003			N/A	N/A	N/A
EIM-HAL-LEM-004			N/A	N/A	N/A
EIM-HAL-PUE-001				N/A	N/A
EIM-DIR-PIR-001			N/A	N/A	
EIM-SEC-PIR-002			N/A	N/A	
EIM-HAL-PIR-003			N/A	N/A	
EIM-HAL-TEC-001			N/A	N/A	N/A
EIM-LMA-TPP-001			N/A	N/A	N/A
EIM-LMA-TBA-006			N/A	N/A	N/A
EIM-LMA-PCU-004			N/A	N/A	N/A
EIM-SEC-SIL-001			N/A	N/A	N/A
EIM-HAL-EXT-001		N/A	N/A		
EIM-HAL-EXT-002		N/A	N/A		
Revisado por:			Verificado por:		
Aprobado por:			Fecha de entrega:		
Observaciones:			Hora de entrega:		





Fuente: Autores

Tabla 11. Modelo check semestral

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h1>ESPOCH</h1> </div>  </div>		
Escuela de Ingeniería de Mantenimiento		
Técnico Responsable:		N. - 00003
Supervisor Responsable:		Fecha:
Código	Descripción	Frecuencia: Semestral
EIM-DIR-HAW-001		
EIM-SEC-HAW-002		
EIM-LCO-HAW-003		
EIM-LMA-HAW-004		
EIM-SAZ-HAW-005		
EIM-HAL-HAW-006		
EIM-LMA-DSC-585		
EIM-DIR-DET-001		
EIM-SEC-DET-002		
EIM-LCO-DET-003		
EIM-LCO-DET-004		
EIM-SAZ-DET-005		
EIM-SAZ-DET-006		
EIM-HAL-DET-007		
EIM-DIR-LEM-001		
EIM-SEC-LEM-002		
EIM-HAL-LEM-003		
EIM-HAL-LEM-004		
EIM-DIR-PIR-001		
EIM-SEC-PIR-002		
EIM-HAL-PIR-003		
EIM-LMA-PCU-004		
EIM-SEC-SIL-001		
Revisado por:		Verificado por:
Aprobado por:		Fecha de entrega:
Observaciones:		Hora de entrega:

Fuente: Autores

Tabla 12. Modelo check list anual

 <div style="text-align: center;"> <h1>ESPOCH</h1> </div> 		
Escuela de Ingeniería de Mantenimiento		
Técnico Responsable:		N.- 00004
Supervisor Responsable:		Fecha:
Código	Descripción	Frecuencia Cambio
EIM-HAL-EXT-001		P.Q.S.
EIM-HAL-EXT-002		P.Q.S.
EIM-DIR-DET-001		Batería de 9V
EIM-SEC-DET-002		Batería de 9V
EIM-LCO-DET-003		Batería de 9V
EIM-LCO-DET-004		Batería de 9V
EIM-SAZ-DET-005		Batería de 9V
EIM-SAZ-DET-006		Batería de 9V
EIM-HAL-DET-007		Batería de 9V
Revisado por:		Verificado por:
Aprobado por:		Fecha de entrega:
Observaciones:		Hora de entrega:

Fuente: Autores

Estos check list están realizados bajo la disponibilidad del mantenedor y de las frecuencias de mantenimiento de los equipos instalados.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se ha podido diseñar e implementar el software de monitoreo y control de edificios inteligentes aplicado al edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, este proporciona un nivel óptimo de seguridad, pues tiene la ventaja de permitir la supervisión, control, y monitoreo en tiempo real del edificio.

Se pudo establecer las normas necesarias que vinculan a edificios, para proveer de un sustento normativo vinculado a seguridad, accesibilidad, confort, iluminación, monitoreo y control de edificios.

El software BZ2013 permite crear un registro de usuarios que acceden al programa, con el fin de tener un mayor control de los usuarios del software y de la información generada por el programa.

Se realizó un análisis y determinación de las tecnologías disponibles para la implementación en edificios inteligentes, donde se pudo deducir que un edificio inteligente es aquel que da las mejores prestaciones en cuanto a seguridad y confort dentro de un ambiente y para generar estos beneficios es necesaria la tecnología más vanguardista que al momento de la implantación exista, como es lógico la inversión se deberá hacerse según el tipo de necesidad que al momento tenga el edificio.

La implementación consiste en el desarrollo de dispositivos y del sistema, que se realiza mediante un computador, una tarjeta de adquisición de datos, sensores, cámaras y una alarma DSC 585. El acondicionamiento de las señales emitidas por los sensores es mediante una tarjeta electrónica que transforma la señal analógica en digital y esta se vincula al puerto paralelo de la computadora y de ahí se vincula mediante un subVI a nuestro programa.

Se ha demostrado mediante múltiples pruebas y ensayos reales, que el sistema implementado funciona correctamente, y presenta características similares a las de un sistema comercial, esto es porque el sistema tiene la facilidad de ser mejorado a futuro.

La experiencia de instalación, ensamblaje, y puesta en marcha del nuevo sistema inteligente da lugar a una nueva tecnología, pudiendo incorporar nuevos equipos y dispositivos de gran utilidad, en el campo de la domótica; cuyo principio de funcionamiento es conocido, imponiéndose el alto nivel técnico, tecnológico y la investigación a bajo costo y según las necesidades del edificio.

Las nuevas generaciones de estudiantes politécnicos dispondrán de un conocimiento previo de la domótica ahora implantada en el edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, siendo esto un aspecto trascendental para el desarrollo de nuevos proyectos a futuro con fines de mejorar el nivel de la universidad en Ecuador.

5.2 Recomendaciones.

Adquirir una computadora con mayor capacidad de memoria para poder almacenar más información de lo que sucede en el edificio, además de esta ventaja se mejorará el funcionamiento del software ya que se realizara en una forma rápida y segura.

Realizar la limpieza de los datos almacenados cada 3 meses, para reestablecer la memoria de la PC y así evitar que el computador tienda a colgarse mientras está en funcionamiento.

Incorporar más cámaras para incrementar las zonas de supervisión, monitoreo y control, ya que la tarjeta DVR posee 16 canales de monitoreo de las cuales se ocupa 6.

Implementar un banco de baterías para que no exista la pérdida de información por la falta de energía eléctrica ya que los equipos no cuentan con un respaldo energético salvo la alarma que si posee su propia fuente de alimentación en caso de emergencias o pérdidas de energía eléctrica.

Comprar hardware que sea compatible con el software, porque este fue una de las más grandes dificultades que se presentó durante la instalación y vinculación de las cámaras, también algo importante es investigar es la forma de vinculación entre hardware y software de diferentes características.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10595/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20Sistema%20Dom%C3%B3tico%20aplicado%20a%20una%20cl%C3%ADnica%20de%20Hemodi%C3%A1lisis.pdf>
- [2] <http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
- [3] <http://www.monografias.com/trabajos15/edific-inteligentes/edific-inteligentes.shtml>.
- [4] <http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
- [5] <http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
- [6] <http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
- [7] <http://www.monografias.com/trabajos93/domotica-edificios/domotica-edificios.shtml#ixzz2Kd1294Uv>.
- [8] <http://cocemfecyl.es/blok/accesibilidad/domotico.html>.
- [9] <http://www.publicaciones.urbe.edu/index.php/telematique/article/viewArticle/801/1942>.
- [10] <http://latam.ni.com/>.
- [11] <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>.
- [12] <http://www.matrikonopc.es/opc-servidor/index.aspx>.
- [13] [http://es.wikipedia.org/wiki/Etiqueta_\(metadato\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Etiqueta_(metadato)).
- [14] <http://es.wikipedia.org/wiki/Modbus>.
- [15] [http://www.ecured.cu/index.php/Costo_\(Econom%C3%ADa\)](http://www.ecured.cu/index.php/Costo_(Econom%C3%ADa))
- [16] <http://www.gestion.org/grrhh/politica-salarial/los-beneficios-sociales-en-la-empresa/>

LINKOGRAFÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10595/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20Sistema%20Dom%C3%B3tico%20aplicado%20a%20una%20cl%C3%ADnica%20de%20Hemodi%C3%A1lisis.pdf>
2013-01-14

DOMÓTICA

ACCESO A SERVICIOS EXTERNOS

<http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
2013-02-20

DOMÓTICA

DESARROLLO

<http://www.monografias.com/trabajos15/edific-inteligentes/edific-inteligentes.shtml>.
2013-02-20

CONCEPTO DE EDIFICIO INTELIGENTE

COMPAÑÍA AT&T, S.A. DE C.V., MÉXICO, D.F.

<http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
2013-02-20

CONCEPTO DE EDIFICIO INTELIGENTE

COMPAÑÍA HONEYWELL, S.A. DE C. V., MÉXICO, D.F.

<http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
2013-02-20

CONCEPTO DE EDIFICIO INTELIGENTE

INTELLIGENT BUILDING INSTITUTE (IBI), WASHINGTON, D.C., E.U.

<http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>.
2013-02-20

COMPONENTES DE UN EDIFICIO DOMÓTICO

<http://www.monografias.com/trabajos93/domotica-edficios/domotica-edficios.shtml#ixzz2Kd1294Uv>.
2013-03-04

SISTEMAS DOMÓTICO EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA

<http://cocemfecyl.es/blok/accesibilidad/domotico.html>.
2013-03-06

CRITERIOS TECNOLÓGICOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS INTELIGENTES

<http://www.publicaciones.urbe.edu/index.php/telematique/article/viewArticle/801/1942>.

2013-03-08

LABVIEW

<http://latam.ni.com/>.

2013-03-08

OPC

<http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>.

2013-03-11

SERVIDOR OPC

<http://www.matrikonopc.es/opc-servidor/index.aspx>.

2013-03-11

TAGS

[http://es.wikipedia.org/wiki/Etiqueta_\(lenguaje_de_marcado\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Etiqueta_(lenguaje_de_marcado))

2013-03-11

MODBUS

<http://es.wikipedia.org/wiki/Modbus>.

2013-03-11

VARIEDADES DE COSTOS EN LA ECONOMÍA

[http://www.ecured.cu/index.php/Costo_\(Econom%C3%ADa\)](http://www.ecured.cu/index.php/Costo_(Econom%C3%ADa))

2013-03-14

LOS BENEFICIOS SOCIALES EN LA EMPRESA

<http://www.gestion.org/grrhh/politica-salarial/los-beneficios-sociales-en-la-empresa/>

2013-03-214